

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

VENÄLÄISTEN ILMASTA-MAAHAN ASEIDEN KEHITYSNÄKYMÄT

EUK:n tutkielma

Kapteeni
Timo Lemmetyinen

Esiupseerikurssi 62
Ilmasotalinja

Huhtikuu 2010

MAANPUOLUSTUSKORKEAKOULU

Kurssi Esiupseerikurssi 62	Linja Ilmasotalinja
Tekijä Kapteeni Timo Petteri LEMMETYINEN	
Tutkielman nimi VENÄLÄISTEN ILMASTA-MAAHAN ASEIDEN KEHITYSNÄKYMÄT	
Oppiaine johon työ liittyy Sotatekniikka	Säilytyspaikka Kurssikirjasto (MPKK:n kirjasto)
Aika Huhtikuu 2010	Tekstisivuja 57 Liitesivuja 9

TIIVISTELMÄ

Tutkielma käy läpi ilmasta-maahan aseiden kehityskulun historiansa alusta nykyisyyden kautta tulevaisuuden mahdollisuuksiin ja visioihin. Tutkimus kartoittaa tekniset kehityslinjat sekä Yhdysvalloissa että Venäjällä tehden näistä johtopäätöksiä kehityksen mahdollisesta etenemisestä tulevaisuudessa ilmasta-maahan vaikuttamisen näkökulmasta. Tutkimustyö on tekninen, mutta se ei pureudu asekomponenttien teknisiin yksityiskohtiin. Kehitystä tarkastellaan laajemmasta näkökulmasta.

Tutkimus koostuu kirjallisuustutkimuksesta käyttäen hyväksi erilaisia lähteitä ja päättyy pohdintaan siitä, mitä tulevaisuudessa mahdollisesti kehitetään. Lähteinä käytetään vain julkisia lähteitä. Lähteiden käyttö on laajempaa kuin viittauksista voidaan ymmärtää - kaikelle tiedolle on pyritty löytämään vähintään yksi tietoa tukeva lähde. Kehitys on laaja käsite ja se näkyy käytetyssä materiaalissa. Tutustumalla laaja-alaisesti aiheeseen on ollut mahdollista saada kokonaiskäsitys kehitystilanteesta ja mahdollisuuksista.

Tutkielman vertailupinnat ovat Yhdysvallat ja Venäjä (Neuvostoliitto). Näistä kehityksen suuntalinjoista kootaan nykytilan kartoitus ja verrataan tilannetta karkeasti - mitä eroja Yhdysvalloilla ja Venäjällä on kehityksessä ollut ja on tällä hetkellä? Lisäksi nykytilanteesta arvioidaan, mikä on kehityksen suunta nyt ja mikä se voisi olla lähitulevaisuudessa. Karkealla tasolla tarkastellaan myös sitä, mikä kehitysnäkymä voisi olla muutaman vuosikymmenen kuluttua.

Tutkimusmenetelmänä käytetään ”kaatuvan korttitalon” metodia, jota voidaan kuvailla eliminointimenetelmäksi: etsitään heikkeneviä tai tarpeettomaksi käyviä osakomponenttien tai asejärjestelmien kehityslinjoja sekä uusia mahdollisuuksia tai kehityslinjoja. Tarkastellaan mitkä kehityslinjat ovat eliminoituneet, mitkä ovat olleet kehityksessä, mitkä ovat kehityksessä edelleen ja mitkä saattavat tulla kehitykseen.

Historiaa kartoitetaan tutkimustyössä hyvin karkeasti. Historiasta on opittavissa kehitysmalli, miten asejärjestelmät ovat kehittyneet ja millaisin kehityspykälin. Näitä syy-seuraus-suhteita tarkastelemalla on tulevaisuuden visiointi mahdollista. Nykyisyydestä tarkastellaan muutamia tärkeitä esiintulleita asejärjestelmiä. Asejärjestelmistä ei tässä tutkimuksessa ole tarkoituksenmukaista tarkastella teknisiä parametreja syvällisesti. Historia ja nykyisyys kuvataan ja taulukoidaan. Läntisiä ja itäisiä kehityspolkuja verrataan toisiinsa ja pohditaan syitä mahdollisiin kehityslinjojen eroavaisuuksiin. Tulevaisuuden visiointi tehdään karkealla tarkastelulla. Visioinnissa otetaan huomioon kaikki mahdollinen, mikä jo

on jossain näkökulmassa mielekäs tarkastelukohta.

Tutkimuksen tuloksena saadaan historiallinen ja nykyisyyden ilmasta-maahan vaikuttamisen tilankuvaus sekä Yhdysvalloissa ja Venäjällä. Samoin saadaan tilojen eroavaisuudet ja pohditaan erojen syitä. Kehityslinjojen tulevaisuuden kaaret on karkeasti hahmotettavissa nykytilan kuvauksesta. Tulevaisuudelle Venäjällä ja yleisesti kartoitetaan nykytilan kehityksessä olevia innovaatioita ja mahdollisia kehityspolkuja. Tulevaisuuden ennustamisen tai kehityksen seurannan tueksi pohditaan lopussa vielä niitä heikkoja tai voimakkaita signaaleja, joiden seuraaminen eri lähteistä on merkitsevää teknologisen kehityksen näkökulmasta.

AVAINSANAT

Kehitys, kehityskaari, pommi, ohjautuva pommi, raketti, ohjus, asejärjestelmä, hakupää, ohjausyksikkö, taistelukärki, moottori, polttoaine, historia, nykyisyys, tulevaisuus.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	TUTKIMUSTYÖN TARKASTELUSTA JA NÄKÖKULMISTA	1
1.2	TUTKIMUSTYÖN RAJAAMISESTA JA HAASTEISTA	3
1.3	MÄÄRITELMIÄ	6
2	ILMASTA-MAAHAN KYVYN HISTORIAALLINEN KEHITYS YLEISESTI JA TARKEMMIN YHDYSVALLOISSA	8
2.1	ILMASTA-MAAHAN VAIKUTTAMISEN HISTORIA YLEISESTI TARKASTELTUNA.....	8
2.2	ILMASTA-MAAHAN VAIKUTTAMISEN KEHITYS YLEISESTI.....	10
2.2.1	Ilmasta-maahan vaikuttaminen ylimalkaisesti tarkasteltuna.....	10
2.2.2	Tykit ja kiväärikaliperiset asejärjestelmät.....	10
2.2.3	Rautapommit	11
2.3	KEHITYSHISTORIA YHDYSVALLOISSA SUPPEASTI TARKASTELTUNA.....	13
2.3.1	Yleiskäyttöiset rautapommit Yhdysvalloissa.....	13
2.3.2	Ohjautuvat pommit Yhdysvalloissa	14
2.3.3	Ohjukset Yhdysvalloissa.....	15
2.3.4	Risteilyohjukset Yhdysvalloissa	17
2.4	YHDYSVALTOJEN ILMASTA-MAAHAN VAIKUTTAMINEN NYKYPÄIVÄNÄ SUPPEASTI TARKASTELTUNA	19
3	KEHITYSVAIHEET VENÄJÄLLÄ HISTORIASTA NYKYAIKAAN TARKASTELTUNA.....	23
3.1	TALOUDELLINEN JA LAADULLINEN HISTORIA KEHITYKSEN VAIKUTTAJANA, TARKASTELUPISTEENÄ VENÄJÄ	23
3.2	YLEISKÄYTTÖISET RAUTAPOMMIT VENÄJÄLLÄ	25
3.3	OHJAUTUVAT POMMIT VENÄJÄLLÄ.....	27
3.4	OHJUKSET VENÄJÄLLÄ	29
3.5	RISTEILYOHJUKSET VENÄJÄLLÄ	30
3.6	VENÄJÄLLÄ TÄLLÄ HETKELLÄ OLEVAT KEHITYSLINJAT.....	32

4 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ HISTORIALLISTA KEHITYKSESTÄ YHDYSVALLOISSA JA VENÄJÄLLÄ 34

4.1	JOHTOPÄÄTÖKSIÄ ILMASTA-MAAHAN KYVYN KEHITYKSESTÄ HISTORIAN JA NYKYAJAN VALOSSA	34
4.2	JOHTOPÄÄTÖKSIÄ NYKYISYYDEN JA TULEVAISUUDEN NÄKÖKULMASTA PINTAPUOLISESTI TARKASTELTUNA.....	38
4.2.1	Lentolavettijärjestelmät: miehitetyt laitteet Venäjällä nykykehityksessä	39
4.2.2	Lentolavettijärjestelmät: miehittämättömät lentolaitteet Venäjällä pintapuolisesti tarkasteltuna	40
4.2.3	Asejärjestelmien pintapuolinen tarkastelu	41
4.2.3.1	Taistelukärjestä	42
4.2.3.2	Hakupäistä.....	43
4.2.3.3	Moottoreista ja polttoaineista	44
4.2.3.4	Ohjausjärjestelmä	45
4.2.3.5	Järjestelmäyksikkö	46
4.3	KEHITYSTILA KOKONAISUUTENA	48

5 ILMASTA-MAAHAN KYVYN TULEVAISUUS TARKASTELUN LÄHTÖKOHTANA..... 51

5.1	TULEVAISUUS YLEISESTI	51
5.2	TULEVAISUUS, NÄKÖKULMANA ASEJÄRJESTELMÄ	53
5.3	MERKITTÄVIÄ SEURANTAKOhteita KEHITYKSELLE	56

VIITTEET

LYHENTEET

LÄHDELUETTELO

LIITELUETTELO

VENÄLÄISTEN ILMASTA-MAAHAN ASEIDEN KEHITYSNÄKYMÄT

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimustyön tarkastelusta ja näkökulmista

Tutkielma ”Venäläisten ilmasta-maahan aseiden kehitysnäkymät” käsittelee kokonaisuutena tarkasteltuna ilmasta-maahan vaikuttamisen kehittymistä historian kautta nykyisyyteen ja edelleen mahdollisuuksiin tulevaisuudessa. Käsittely tehdään kirjallisuustutkimuksena, jota jatketaan pohdinnalla kehityksen jatkumisesta Venäjällä.

Tutkielmassa tarkastellaan, millaisen kehityskaaren erilaiset ilmasta-maahan aseet ovat tehneet lännessä (painopiste Yhdysvalloissa) ja miten tämä kehitys on edennyt samanaikaisesti Venäjällä (entisessä Neuvostoliitossa). Tässä yhteydessä lukija saa käsityksen siitä, missä tai miltä osin Venäjällä kehitys on ollut länttä, erityisesti Yhdysvaltoja, erilaisempi: erisuuntainen, erilaisella tempolla etenevä tai muuten kehityslinjoiltaan poikkeava. Kehitystulevaisuus käsitellään yleisesti ohimennen viimeisessä luvussa. Tutkielman painopiste on venäläisten ilmasta-maahan kyvyn kehityksen suuntautumisen tarkastelussa asejärjestelmien komponenttien toimintojen summana.

Tutkimustyön tarkoituksena on tehdä perusselvitys Venäjän ilma-aseen kehityksen suunnasta karkeasti teknisessä tarkastelumielessä. Päämäärää lähestytään tarkastelemalla historiallista kehitystä, pohtimalla ja vertaamalla tämän hetken kehitystrendejä maailmanlaajuisesti sekä tarkastelemalla ilmasta-maahan kyvyn tulevaisuutta; mitä kehitetään ja miksi?

Kehityskaaren jatkuvuutta tutkitaan erilaisille järjestelmille ja taulukoinnin avulla. Arvottamisen ja teknisen kehityksen tarkastelulla luodaan visio siitä, mikä tai mitkä ominaisuudet eivät vielä ole saavuttaneet huippuaan tai kehittyvät edelleen. Toisaalta tullaan tarkastelussa huomioimaan uusia kehitysmahdollisuuksia, kun järjestelmien osia, lähinnä keinoälyä, integroidaan vanhempiin järjestelmiin. Tällöin voi tuloksena olla jonkin vanhemman järjestelmän uuskasvu tai -kehitys. Teknisessä mielessä voitaneen puhua modernisoinnista.

Tutkimustyön kulku noudattaa kronologista järjestystä: historia, nykyisyys ja tulevaisuus. Lopuksi pohditaan, osin taulukoimalla ja kuvaamalla, kehityksen suuntautuneisuutta: mitä tekniikka on tarjoamassa kehitykseen nyt?

Tutkimustyön haasteeksi voidaan listata se, että tutkielmassa pyritään pitämään lähdemateriaali mahdollisuuksien mukaan julkisena niin pitkälle kuin se on mahdollista sivuuttamatta totuutta tai kuvitteellista tulevaisuutta. Materiaalin rajaaminen julkisiin lähteisiin rajoittaa ja supistaa jossain määrin tarkastelumahdollisuuksia, mutta se ei kuitenkaan rajoita päätelmien tekemistä tai pohdintaa.

Tutkimus pyrkii tuomaan esille asejärjestelmien kehityskaaren mahdollisuudet ja rajoitukset käyttämällä hyväksi ”kaatuvan korttitalon” metodologiaa. Voidaan myös puhua eliminointimenetelmästä, mutta se ei kuvaa yhtä tehokkaasti mallia, jonka menetelmä visualisoi. Menetelmä toimii taulukoinnin ja kuvaamisen kautta. Edellämainituilla välineillä luodaan kehityspuu ajan funktiona. Vertaamalla ajallisesti kehityspuita Yhdysvalloissa ja Venäjällä, huomataan kehityskaarien erot ja poikkeavuudet ajallisessa perspektiivissä. Samalla nähdään eliminoidut tai heikot kehityskaaret joko ase- tai osajärjestelmissä. Samoin nähdään pysähtynyt kehitys tai kehittymättömyys. Edelleen näistä kuvauksista voidaan pohtia, miltä kehityskaaret lähitulevaisuudessa näyttäivät.

Hypoteesina voidaan esittää, ettei tekniikka karkeasti tarkasteltuna kehity nykytilasta lähiaikoina. Olemassaolevaa tekniikka käytetään vain integroimalla, yhdistelemällä ominaisuuksia modulaarisesti kulloinkin vallitsevan operatiivisen tarpeen mukaan. Toiseksi hypoteesiksi asetetaan, että venäläisten asejärjestelmien kehityslinja on hyvin länsimaisen kaltainen. Toinen asia onkin se, onko kehityskaari ollut ajallisesti yhtenevä. Tätä tarkastellaan erikseen kehityspuutarkastelussa.

Lopputuotteena selvitetään kehityskaaren tai -kaarien mahdollisuudet: mahdollisesti tämä pohdinta vastaa myös hypoteeseihin. Todennäköistä on, ettei lopputilassa ole vain yhtä selvää yksittäistä kehitettävää järjestelmää, vaan äärellinen määrä järjestelmäkomponentteja, joiden kehityskaari ei ole lopussa. Komponenttien yhdisteleminen ja niiden soveltava käyttö tulee mahdollisesti olemaan samalla ”tulevaisuuden ilmasta-maahan” järjestelmä. Lähtökohtaisesti voidaan arvioida, ettei mikään nykyisin olemassaoleva järjestelmä (läntinen tai itäinen) ole se yksi ja ainoa mahdollinen kehittyvä asejärjestelmä - mahdollisuuksia on useita. Mahdollisuudet riippunevat suuresti käyttötarkoituksesta tai halutusta vaikutuksesta maalissa tai maalialueella. Tätä viimeistä osa-aluetta, operatiivista tarkastelua, ei tutkielmassa oteta huomioon - se jää jatkotarkastelun varaan.

1.2 Tutkimustyön rajaamisesta ja haasteista

Tutkielmasta rajataan pois syväluotaavat yksityiskohtaiset tekniset tarkastelut, niiden ollessa tutkielman kannalta merkityksettömiä seikkoja. Tämä rajausta siksi, ettei kehityskaari ole sidonnainen pelkästään tekniikkaan, vaan myös taktiikkaan, sekä edelleen laajasti tarkasteltuna, maailman poliittisiin tapahtumiin. Tarkasteluista ei voida sulkea pois ballistiikan lakeja tai räjähdeteknisiä seikkoja. Tutkielman kannalta esimerkiksi jonkin hakupään linssin ominaisuus jollain aallonpituusalueella ei rajoittaisi itse asejärjestelmän kehitystä. Hakupää on vain yksi komponentti ja itse asejärjestelmän näkökulmasta merkitsevää on, kehittykö hakupää vai ei?

Tutkielmassa taistelukärjen tehon laskenta ei sinänsä tuo lisäarvoa itse aseiden kehityskaaren suhteen. Tietyissä näkökulmassa, tarkasteltaessa varastointia, tehokkuutta tai taistelukärjen massan tuomaa lisäenergian tarvetta aseiden liito-ominaisuuksille, pudotusnopeudelle tai ohjusmoottorille, voi taistelukärjen joillekin ominaisuuksille olla tarve pohtia joitain yksittäisiä ominaisuuksia kehityksen suunnalle tai rajoituksille. Muuten pelkästään taistelukärjen ominaisuuksien tarkastelu ajaisi tutkimustyötä enenevissä määrin taktisen käytettävyyden pohdinnan suuntaan.

Tutkimuksessa pyritään kaventamaan historiallista tarkastelua myös lähteiden antaman informaation perusteella. Samoin nykyisyys rajoittuu asejärjestelmien ja aseiden ominaisuuksien ollessa kohtuullisen suuri. Tulevaisuudesta kuvataan julkisissa lähteissä aina valoisampia visioita kuin mitä todellisuudessa tämän hetkiselä tietämyksellä osataan rakentaa. Lähdekritiikki tulee huomioida erikseen.

Lähdemateriaali on pääsääntöisesti julkisia lähteitä: kirjoja, manuaaleja, katalogeja, internet-lähteitä ja televisio-ohjelmia. Jonkin verran on tehty tätä työtä sivuavia tutkimuksia. Suurin osa tehdyistä tutkimuksista on joko taktisessa tai teknisessä mielessä yhden komponentin (esimerkiksi hakupää) tarkastelua. Kokonaisvaltaisesti tehtyä tutkielmaa ei taida toistaiseksi olla tehty ainakaan julkisena. Koska tekniseen matemaattistasoiseen tarkasteluun ei tässä tutkimustyössä ole tarkoituksella lähdetty, ei teknisten korkeakoulujen mahdollista lähdemateriaalia ole kartoitettu. Tutkielman haasteena onkin koota sirpaleisista lähteistä kokonaisuutta.

Tutkimustyössä tarkastellaan lyhyesti myös resursseja ja laatua. Yleisesti ottaen on tiedossa, ettei venäläinen tekninen laatutaso ole länsimaisella tasolla [1]. Toisaalta potentiaalia on: luonnonrikkauksia riittää ja muut resurssit ovat määrättömät suhteutettuna vastaavaan suomalaiseseen teolliseen potentiaaliin. Toistaiseksi venäläinen potentiaali kärsii edelleen jonkinlaisesta murroskaudesta tai uudelleenresursoinnin aallosta. Millään mittarilla tarkasteltuna ei voida sanoa Venäjän olevan absoluuttinen huippumaa: määrällinen tuottaminen joissain järjestelmissä on ehkä huippua, mutta kokonaisuuden nimissä näin ei ole.

Tutkimustyön tarkoituksena ei ole määritellä uudestaan tai uudelleen kerrata erilaisten asejärjestelmien termistöjä. Tutkimustyössä käytetään sekä ”virallisia” termejä että luodaan tarkoituksenmukaisia termejä. Näin asejärjestelmiä voidaan lajitella muutamien käyttökelpoisten suomenkielisten termien mukaisesti.

Tämä tutkimus ei ole luonteeltaan taktinen tai asevaikutuksia tutkivan tekninen, joten eri asejärjestelmien käyttökelpoisuutta tai käytön seurauksia ei tässä tutkimustyössä käsitellä, ei myöskään käyttötapaa tai -tarkoitusta. Tutkimustyön tuloksiin nähden ei ole järkevää esitellä minkään ilma-aseen organisaatiota, koska se on tulos taktiikasta, tarkoituksesta ja teknisistä mahdollisuuksista.

Tässä tutkimuksessa ei yksittäisillä teknisillä ominaisuuksilla tai spektrin hallinnalla sinänsä ole merkitystä, vaan merkitsevä on kokonaisuus teknisessä mielessä, lopputulos. Ohessa tuloksena näkyy, milloin jokin innovaatiotyyppi on otettu sotilaalliseen käyttöön ja millainen kehityspolku siitä on syntynyt.

Tutkimuksen ulkopuolelle rajataan tarkoituksella tykki- ja rakettiaseiden tarkempi tarkastelu. Edellämainitut aseet ovat käyttökelpoisia, mutta niiden tarkastelua rajoitetaan tarkoituksella pois siksi, ettei tykkiasejärjestelmissä ole tapahtunut merkittävää kehitystä, ellei tarkastella tulinopeuden kehittymistä. Sekä tykki- että rakettiaseiden heikkous on tehokas ulottuvuus, joka ei ole tarkkuuden heikkenemisen vuoksi kovinkaan pitkä. Kehityksessä vaikuttaa tällä hetkellä olevan merkityksellistä vain ohjustyyppisten aseiden kehitys: olkoon kysymys sitten alue- tai kohdevaikutteisten asejärjestelmien osalta. Näin ollen tutkielmassa painotetaan josain määrin ohjusaseistuksen kehitystä. Lännen kehityksen tarkastelun painotus on Yhdysvalloissa. Painopiste tutkimuksessa on niillä asejärjestelmillä, joilla kohde sijaitsee kiinteällä maalla. Tämä rajaa pois sellaiset AG (Air-to-Ground) -asejärjestelmät, joilla kohde on yksinomaan vedessä tai veden alla. Panssarintorjunta-aseet rajoitetaan tarkastelujen ulkopuolelle, sillä niiden tarkastelulla ei ole merkittävää poikkeavuutta järjestelmänä muista tarkastelluista asejärjestelmistä.

Tutkielma ei käsittele tarkemmin tai ota kantaa siihen, mikä osuus teollisuus- tai sotilastiedustelulla (vakoilulla) on sotateknisessä kehityksessä. Historia on täynnä esimerkkejä mitä kummallisimmista yhteensattumista joko teknisissä parametreissa tai jonkin laitteen ulkonäössä rajojen toisilla puolilla. Lukija itse saa päätellä tai ottaa selvää näistä halutessaan. Tieteellinen fakta kuitenkin on, että siinä missä asejärjestelmät noudattavat fysiikan lakeja lännessä, noudattavat ne samoja sääntöjä idässäkin. ”On siis vain ajan kysymys, kun asiat ja esineet muistuttavat toisiaan [2].”

Historiaa tarkastellessa on lukijan syytä muistaa, että Neuvostoliitosta puhuttaessa tarkoitetaan karkeasti aikaa Neuvostoliiton syntymästä 1990-luvun alun hajoamiseen. 90-luvun alusta eteenpäin hajonneen maan ytimestä rakentunut Venäjä on tässä suhteessa kehityskaaren seuraava tarkastelupiste. Ukraina, Valko-Venäjä tai Kazakstan eivät ole tässä mielessä mielekäs tarkastelupiste. Tutkimuksessa ei käsitellä kehitystä entisissä neuvostotasavalloissa.

1.3 Määritelmiä

Ilma-ase on mikä tahansa ilmassa oleva laite tai komponentti, joka on taistelutarkoitukseen rakennettu tai sitä käytetään taistelutarkoituksessa. Tutkielmassa ilma-ase määritellään siten, että:

- lavettijärjestelmä on laite, joka kykenee kantamaan jonkin asejärjestelmän ilmaan (lentokone, helikopteri, miehittämätön lentoalus tai vastaava)
- asejärjestelmä on jokin väline tai laite, jolla on taisteluun liittyvää vaikutusta. Asejärjestelmä koostuu yhdestä tai useammasta osajärjestelmästä (tykki ammuksineen, raketti, ohjus tai vastaava):
 - o hakupää
 - o taistelukärki sytyttimeen, räjäyttimiseen, panos ja vaikuttavat sirpaleet
 - o ohjausjärjestelmä tai asejärjestelmän muu ohjaus- tai vakautusjärjestelmä
 - o moottori, joka on todennäköisimmin raketti, harvemmin suihku- tai suihkuturbiinimoottori
 - o järjestelmäyksikkö, jolla tarkoitetaan aseiden kaikkien komponenttien toimintaa ohjaavaa keinoäly-yksikköä
- tukijärjestelmä tukee asejärjestelmän toimivuutta ja johon voi kuulua esimerkiksi:
 - o tiedustelualue
 - o maalittamisjärjestelmä ja -organisaatio
 - o erikoisjoukko-osasto
 - o tai muu asejärjestelmän maaliin saattamiseksi tarkoitettu komponentti
 - o jokin epäsuorasti asejärjestelmään vaikuttava järjestelmä (esim. satelliittijärjestelmä).

Tutkielmassa ei tukijärjestelmää käsitellä tarkemmin, kuin mahdollisesti ohimennen mainittuna. Tukijärjestelmän komponenttien tarkastelu on jatkotutkimukselle yksi mahdollinen tarkastelukohde.

Modulaarisuudella tarkoitetaan tässä tutkielmassa sellaista kokonaisuutta, jonka osakokonaisuuksia voidaan vaihtaa vähintään määrällisellä määrällä erilaisia osakomponentteja. Modulaarisuus on eräs trendi, jota käsitellään tutkielman myöhemmissä vaiheissa.

Tutkielman toinen ja kolmas luku käsittelevät ilmasta-maahan kykyisiä aseita ja asejärjestelmiä pintapuolisesti lukijan tutustuttamiseksi aihealueeseen: mistä lähdettiin liikkeelle, mitä

asejärjestelmiä oli, miten niitä kehitettiin ja miten nykypäivän asejärjestelmiin päädyttiin. Historiaa tutkimalla ja kartoittamalla pyritään osoittamaan kehityskaarten suuntaa lähitulevaisuudessa, mahdollisesti myös pitkällä tähtäimellä. Tutkimuksen toinen näkökulma on verrata kehityskaaria länsimaisen kehityksen kanssa ja etsiä kehityskaarista sekä samankaltaisuuksia että erilaisuuksia. Neljännessä luvussa kootaan käsitykset kehityslinjoista ja tarkastelee nykytilaa. Viidennessä luvussa jatketaan nykytilasta tulevaisuuden asejärjestelmien tarkasteluun.

2 ILMASTA-MAAHAN KYVYN HISTORIALLINEN KEHITYS YLEISESTI JA TARKEMMIN YHDYSVALLOISSA

Tutkielma toinen luku käsittelee ilmasta-maahan kykyisiä aseita sekä asejärjestelmiä yleisesti. Tarkemmin käsitellään Yhdysvaltain historiallista kehitystä aseiden kehityksen kannalta. Tarkoituksena on valottaa lukijalle yleinen kehitys, mitä ja milloin on kehitetty sekä millainen kehityspuu tästä on syntynyt. Samalla syntyy vertailupohja vastaavalle kehitykselle Venäjällä, jota käsitellään luvussa kolme.

Toisen ja myös kolmannen luvun pääasiallinen lähde on Ilmatorjuntayhdistyksen tuottama Ilmatorjuntamiehen ilma-asekuvasto [3], jota lainataan luvuissa ilman eri viittausta. Muita lähteitä käytetään joko tukemaan kuvaston käsityksiä tai ilmaisemaan tietojen moninaisuutta, mikäli tarpeen.

2.1 Ilmasta-maahan vaikuttamisen historia yleisesti tarkasteltuna

Ilmasta-maahan vaikuttamiskyky alkoi kehittyä 1910-luvulta alkaen ja lähti merkittävästi kehittymään ensimmäisen maailman sodan (I MS) aikana lentokoneesta käsin pudotetuista kranaateista. Toiseen maailman sotaan (II MS) mennessä kehitys oli saavuttanut sellaisen tilan, että ilmapommituksia pidettiin jo strategisena toimintana.

I MS:n sodan aikana kehitettiin pommikoneet, joista ensimmäiset olivat lentominaisuuksiltaan kohtuullisen kömpelön oloisia. Pommit koostuivat lähinnä käsin pudotettavista ”rautapommeista”, joissa oli tykistökranaatin iskusytytin ja taistelukärki sekä sirpaloituva rauta tai teräskuori. Myös pommikuilut saivat tuolloin alkunsa.

Pommitustähtäimet kehittyivät II MS:n aikana sellaisiksi, että niillä mahdollistettiin kohtuullisen tarkat pommitukset useiden kilometrien korkeudesta vapaasti putoavien pommien kanssa. II MS:aan kuuluu myös tarkaksi tunnustetun syöksypommituksen kehittäminen yhdeksi pommitusmuodoksi, samoin kuin maataistelukoneiden ilmaantuminen tulitukitehtäviin maataisteluille. Helikopterien ensimmäiset versiot otettiin käyttöön II MS:n aikana, joskin niiden käyttö taistelussa oli vielä alkutaipaleella. Ilmasta-maahan kyky oli tuona aikana tykkituli, rautapommi ja lopulta vielä raketti. Ohjuskehitys alkoi vasta ihan sodan loppupuolella ja pai-

nottui enemmän maasta-maahan toiminnaksi. Ohjus ei kuitenkaan ollut uusi keksintö II MS:n aikana.

Risteilyohjus on suppeasti tarkasteltuna miehittämätön aseistettu lennokki. Risteilyohjus idea on jotakuinkin yhtä vanha kuin sotilasilmailu ylipäättään. Idean kerrotaan lähteneen ranskalaisen tykistöupseerin René Lorin innovoimana jo ennen I MS:a. Idean toteuttajina saksalaiset saavuttivat jo vuonna 1915 ensimmäiset kokeilut lentävästä pommista. Sota kiihdytti kehitystyötä ja innovointia. Tämän seurauksena Yhdysvallat kehittivät ensimmäiseksi luokiteltavan ”lentävän torpedon” vuonna 1918. Ohjus oli inertiaan perustuva kaksitasokone, jonka kantama oli noin 70 kilometriä. Idea oli rakennettu, ohjus oli saanut muotonsa ja sellainen oli rakennettu. Operatiivisia ohjuksia ei kuitenkaan I MS:n aikaisella tekniikalla vielä rakennettu.

Eräs tärkeä osa, suihkumoottori, patentoitiin Ranskassa 1907. Saksan Luftwaffe kiinnostui moottorityypin esiasteesta. Jo I MS:n aikana Saksa kehitti Schmidtrothr-suihkumoottorin pommikoneiden lähtökiihdytysmoottoriksi (booster). II MS:n aikana suihkumoottorilla varustettu V-1 (Vergeltungswaffe Eins) -ohjus kehitettiin Peenemündessä. Ohjus oli halpa (arviolta noin £150) tuottaa ja se oli rakennettu yksinkertaiseksi (peltiä, vaneria, moottori ja noin 550 miestyötuntia). Gyroskooppiohjaukseen perustuva risteilyohjuksen todellinen prototyyppi oli menestys sinänsä ja se otettiin operatiiviseen käyttöön. Ohjusta käytettiin vain lyhyen aikaa (13.6.1944 - 29.3.1945) ja tänä aikana ohjus saavutti lähes legendaarisen maineen. Ohjusta laukaistiin kahdesta tukikohdasta sekä erikoisvarustelluista koneista. [4]

Nyky aikaista risteilyohjusta verrattaessa V-1-ohjukseen väitetään, että nykyaikainen risteilyohjus lentää noin kymmenesosa korkeudella, sen tutkapinta-ala on sadasosa ja tarkkuus jopa 200-kertainen¹. Hintaa tai valmistamisen vaativuutta ei verrata samassa lähteessä.

Georgian kriisissä (eskaloituminen 8.8.2008 alkaen) vaikutti siltä, että suurin osa Venäjän suorittamista pommituksista tehtiin vapaasti pudotettavin rautapommein - eikä välttämättä hyvin tuloksin. Samaan aikaan Venäjä kuitenkin ”markkinoi” ja kauppasi ulkomaille täsmäasejärjestelmiä (vrt. liite 1 ja 2).

Sodat ja kriisit vaikuttavat olleen 1900-luvun alkupuolella merkittävä vaikuttaja asejärjestelmien kehitykselle. Toinen maailmasota osoitti, että ilma-aseella on merkitystä ja sen seurauksena ilma-aseen käyttöä ja aseistusta tarkasteltiin uudelleen.

¹ *Syystä tai toisesta tämä vertaus koskee vain länsimaista ohjusta. Venäjää käsittelevässä luvussa 3.4 lukija huomaa eron vertaukseen.*

2.2 Ilmasta-maahan vaikuttamisen kehitys yleisesti

Luvut 2.3 - 2.5 käsitellään muutamien rajoitettujen lähteiden valossa, joista runkona käytetään Ilmatorjuntamiehen opasta [3]. Tätä lähdettä tuetaan muilla, suurimmaksi osaksi nettilähteillä, mutta myös katalogeilla ja muulla kirjallisuudella.

2.2.1 Ilmasta-maahan vaikuttaminen ylimalkaisesti tarkasteltuna

I MS:n aikana taktinen ja operatiivinen pommittaminen suoritettiin kohtuullisen matalalta suoritettuna hävittäjä-tyyppisistä koneista käsin tai alkeellisista ripustimista ilman tähtäimiä. Joitain pommikoneitakin rakennettiin, mutta tyyppikirjo oli merkittävän suppea. Strateginen pommitus käsitti käytännössä vain Zeppelin-ilmalaivoista tehdyt, kohtuullisen korkealta vaapaapudotteisilla yleispommeilla suoritettut pommitukset pimeällä.

II MS:n aikana kehitettiin uusiksi tavoiksi syöksypommitus sekä massapommitukset, joilla vaikutettiin pinta-alaltaan suuriin kohteisiin, esimerkiksi teollisuusalueisiin tai -keskittymiin. Rynnäkkö- tai maataistelukoneiden kehityksen myötä matalapommitus ja rynnäköinti tulivat toimintatapoihin mukaan. Toisessa maailmansodassa kokeiltiin myös ensimmäistä kertaa massatuhoasetta: atomipommia (Weapons of Mass Destruction, WMD-ase). Lavettien kehitys vaikutti myös asejärjestelmien kehittymiseen.

Kylmän sodan aikaisissa kriiseissä ei juuri uusia toimintatapoja ilmaantunut, mutta teknisten mahdollisuuksien lisääntyessä sekä massa- että tarkkuuspommitukset pysyivät merkityksellisinä. Sitten massapommitukset vaikuttavat jääneen pois pommituskeinoista - mutta ei lopullisesti.

2.2.2 Tykit ja kiväärikaliperiset asejärjestelmät

I MS:n aikana ilmasta-maahan toiminnassa oli käytössä pääsääntöisesti kiväärikaliperiset aseet, joiden kaliiperi vaihteli välillä 6,5 - 7,9 mm. Tulinopeus oli näillä aseilla joitain satoja laukauksia minuutissa. Koneiden kantokyky oli yhdestä muutamiin konekivääreihin ja näihin aseisiin yhdestä sadasta muutamaan sataan laukaukseen asetta kohden. Toiminta-ajat koneilla olivat vain joitakin kymmeniä minuutteja operaatioalueella. Toiseen maailmasotaan mennessä

kaliiperit kasvoivat tykkiaseilla jopa 50 mm:iin. Yleisimpinä konekiväärikaliipereina oli tuolloin käytetty 7,62 - 12,7 mm ja tykkiaseiden osalta 20 mm.

Nykyisin länsimaiset tykkiaseet ovat yleisimmillään 25 - 30 mm ja Gatling -tyyppisten moniputkisten kaliiperit vaihtelevat välillä 20 - 30 mm. Tulinopeudet ovat ensimmäisessä tapauksessa kasvaneet noin 1 350 - 1 800 laukaukseen minuutissa ja jälkimmäisessä tapauksessa jopa 6 000 laukausta minuutissa. Venäläisissä koneissa käytetään Mauser -tyyppisiä tykkejä, joilla saavutetaan yleisesti tulinopeudeksi 400 - 1 000 laukausta minuutissa kaliipereiden ollessa haarukassa 23 - 30 mm. Äärilaitaa nopeasta tykistä on esimerkiksi SU-24 Fencerin tykki, jolla saavutetaan tulinopeudeksi jopa 8 000 - 10 000 laukausta minuutissa.

Kylmän sodan aikana kehitys tykkiaseiden osalta näytti siltä, ettei tykkien tarkkuus ja kantomatkakaan enää riitä ohjusaseiden kehityksessä. Tykkiase jätettiin jopa kokonaan pois uusien lentokoneiden vakiovarusteista. Korean ja Vietnamin sodat kuitenkin osoittivat, että tykkiaseella on käyttöä taistelutilanteissa, eikä pelkkä ohjusase kykene sitä täysin korvaamaan.

Nykyaikaisesta tykkiaseen huippusovelluksesta Yhdysvalloissa esimerkiksi A-10 Thunderbolt II -kone [5] on omanlaisensa konsepti. A-10 kone on enemmän tai vähemmän Gatling -tyyppisen tykin ympärille rakennettu lentävä laite, jota pilotti ohjaa. Tykki ei siis ole täysin museoitunut keksintö, mutta se on kapea-alaisiin tehtäviin soveltuva.

2.2.3 Rautapommit

Rautapommi tai yleiskäyttöinen pommi (yleispommi) on yksinkertainen räjähdde, jolla ei ole liitokykyä, moottoria eikä sitä ohjata kohteeseen keinoälyllä. Pommissa on periaatteessa kaksi toimivaa osaa: taistelukärki ja vakavoituva runko. Puhutaan myös vapaapudotteisista rauta- tai yleispommeista.

Ensimmäinen taistelutilanteessa käytetty rautapommi pudotettiin 1.11.1911. Pommi oli noin 2 kg painoinen, jonka italialainen luutnantti Giulio Gavotti pudotti turkkilaisten joukkojen sekaan.

Itse rautapommit eivät juuri ole kehittyneet tuosta ajasta merkittävästi, toiminnalliset osat ovat käytännössä samat. Ilmalavetin kehityksen myötä on ripustimissa ja tähtäysjärjestelmissä tapahtunut merkittävää kehitystä. II MS:n aikana tarkaksi todettu syöksypommitus tehtiin teknisesti mahdolliseksi rakentamalla juuri tähän tarkoitettuja koneita.

Rautapommeihin on kehitetty lisäominaisuuksia, jolloin on syytä puhua jollain muulla termillä kuin ”rautapommilla” näistä asejärjestelmistä. Lisäominaisuuksia ovat esimerkiksi liito-, ohjaus-, jarrutus- ja hakeutumiskyky. Edellämainitut kyvyt sen kanssa, että pommissa on keinoälyä hakepäässä, eli pommi hakeutuu johonkin pisteeseen, osoitukseen tai säteilyyn voidaan puhua älykkäästä liikehtimis- tai ohjautumiskykyisestä pommista (eng. corrected air bomb). Ohjautumis- ja liikehtimiskyky on sittemmin kehittynyt.

Kehityksen myötä on pommien sytyttimiin tehty erilaisia lisäominaisuuksia, joilla voidaan säädellä pommin räjähtämistä: puhutaan herkistä ja jäykistä sytyttimistä, joilla säädetään rajoitetusti sytyttimen toimintaa. Hidasteisen sytytyksen ajanhetki määrittää pommin kykyä toimia syvemmällä itse osumakohteessa kun herkkä sytytin toimii kosketuksesta kohteessa. Erilaiset heräteominaisuudet ovat tulleet sytyttimiin mukaan kehitykseen, etäisyys kohteeseen, magneettinen heräte ja niin edelleen, iskusytyttimen lisäksi. Ripustimiin on kehitetty varmistimia, jotka estävät pommin toiminnan sen ollessa kiinni koneessa tai välittömästi irtaantumisen jälkeen.

Periaatteessa rautapommin taistelukärki on kooltaan rajoittamaton, mutta käytännössä yli 10 000 kg painavaa yleispommia ei ole järkevää rakentaa. Ensimmäinen näkemys rajoitukselta on TNT -tyyppinen räjähdysaine joka ei tarjoa enää sellaista tehoa mitä ei voitaisi korvata muutamien satojen kilon kokoisella pommilla, jossa on tehokkaampi lataus: neutroni-, atomi- tai ydinpommi. Toinen näkemys tulee taktiselta puolelta: onko kannattavaa tuhota pistemaalin vuoksi koko korttelia? Kolmas näkemys samaan asekehitykseen tulee sodan oikeussääntöjen periaatteista [6]: onko tarkoituksellista tappaa kollateraali vahinkoina 1 000 ihmistä, jos näistä vain muutama on laillinen kohde? Älykäs hakeutuva pieni pommi tuhoaa tarkoitetun kohteen paremmin kuin ylitehokas suurempi pommi.

Erikoispommeja on kehitetty sekä idässä että lännessä. Näistä palopommit lienevät tutuimpia II MS:n sodan ja Vietnamin sodan ajoilta. Nykyisin kirjo on paljon suurempi, tässä mielessä ei yleispommien kehitys ole täysin katkennut. Taistelukärjen ominaisuuksia erikoisiin kohteisiin kehitetään edelleen, mutta kehitys ei sinänsä ole merkityksellistä, ainakaan merkitystä ei erikseen korosteta. Synä voi olla, että kehitys on hidasta, valmistusmäärät ovat vähäisiä, vaikutus kohteisiin tehdään edelleen muilla keinoilla kuin näillä erikoispommeilla tai nämä pommit eivät teholtaan tai hinta-hyöty -suhteeltaan ole sellaisia, joista kannattaa olla tietoinen. Osa erikoispommeista on kehitetty kiinteitä linnoitteita tai vastaavia kohteita varten. Kiinteistä puolustuslaitteista ollaan kuitenkin luopumassa vähitellen liikkuvuuden ollessa korostettuna taistelutaktiikassa [7].

Ensimmäinen itsenäisesti lentävä kone kehitettiin jo 15 vuotta lentämisen historian alun jälkeen, jo 1930-luvulla (luku 2.1). Koneen tekniikka soveltuu sellaisenaan risteilyohjukseksi. Taistelussa tätä ohjusta ei käytetty, mutta tästä alkoi kehitys, joka johti aikanaan Tomahawk -risteilyohjuksen syntyyn Yhdysvalloissa. [8] Saksan toisen maailmansodan aikana kehittämät V-1- ja V-2-ohjukset olivat modernin aikakauden ohjusten prototyyppejä. Näistä V-1:stä muodostui risteilyohjuksen esiaste ja V-2:sta muodostui ballistisen raketin sekä avaruusraketin esiaste.

2.3 Kehityshistoria Yhdysvalloissa suppeasti tarkasteltuna

Länsimaisessa sotateknologian kehityksessä Yhdysvaltoja pidetään edelläkävijänä. Tutkielma keskittyy suurimmaksi osaksi lännen sotateknologian kehityksen osalta seuraamaan nimenomaan Yhdysvaltoja.

2.3.1 Yleiskäyttöiset rautapommit Yhdysvalloissa

Yhdysvaltojen nykymuotoiset yleispommit kehitettiin mitä ilmeisimmin II MS:n oppien perusteella 1950-luvulta alkaen. Nämä pommit voidaan lukea neljään yleistyyppiin: Mk 81, Mk 82, Mk 83 ja Mk 84. Pommit ovat edelleen käytössä eikä näihin aseisiin ole tehty suurempia modifikaatioita: luonnollisesti sytyttimiä on kehitetty, samoin kuin ripustimia koneiden kehityksen myötä.

Yhdysvaltain yleispommit			
Nimi	Paino (kg)	Suunnittelu	Käyttöönotto
Mk 81	118	40-luku	50-luku
Mk 82	241	40-luku	50-luku
Mk 83	447	40-luku	50-luku
Mk 84	894	40-luku	50-luku

Taulukko 1 Yhdysvaltain toisen maailman sodan jälkeiset yleispommit.

Taulukossa 1 on lueteltuna edellämainitut yleisimmät rautapommit. Osa näistä on edelleen käytössä modifioituna tai jatkokehitettyinä.

Yleispommien osalta kehitys on jo edellisessä yleisestä kehityksestä kertovassa luvussa mainitulla tavalla yleismaailmallisesti johtanut älykkyyden kasvamiseen pommeissa sekä rajoitettuun ohjauskykyyn haluttaessa merkittävästi kasvattaa osumatarkkuutta. Yleispommien kehi-

tys on omalla tavallaan pysähtynyt, mutta valmistus ja käyttö eivät näytä loppuneen. Yleispommien kehityksessä ehkä selvin kehityspolku on tullut aluevaikutteisuuteen: siroteilla tai tytärpommeilla pyritään vaikuttamaan laajalle alueelle yhdellä pommilla. Näihin tytärpommeihin on myös kehitetty, samalla tavalla kuin hakeutuviin pommeihin, keinoälyä - hakeutumiskykyä.

Historiallisina detaljeina mainittakoon, että Yhdysvaltain ilmoituksen mukaan Persianlahden ensimmäisessä sodassa käytettiin 114 000 Mk-sarjan pommia ja vuonna 1992 näitä pommeja oli varastoissa vielä 1,13 miljoonaa kappaletta.

2.3.2 Ohjautuvat pommit Yhdysvalloissa

Ohjautuvien pommien kehitystoiminnan kärkimaana pidetään Yhdysvaltoja. Ohjautuvilla pommeilla tarkoitetaan pommeja, joilla on liikehtimiskykyä ja jokin vapaasti putoavaa pommia parempi kyky hakeutua kohteeseen. Ohjattavilla siivekkeillä ja ohjausyksiköllä varustettu perinteinen vapaapudotteinen pommi on edellämainituilla lisälaitteilla ohjautuva pommi.

Yhdysvalloissa ohjautuvien pommien merkittävä kehitys alkoi vuonna 1965, kun kehitettiin laserohjattavaa pommityyppiä. Pommit perustuivat M-117-yleispommiin. Muita versioita valmistettiin Mk 82-, Mk 83- ja Mk 84 -pohjalle. Operatiiviseen käyttöön kehitetty konsepti otettiin Vietnamsissa 1968. Pommityyppi todettiin hyväksi ja sen kehittämistä jatkettiin. Yhdistelmän tyyppinimeksi muotoutui GBU (Guidance Bomb Unit). Alkuperäinen nimi oli Paveway LGB (Laser Guided Bomb), joka muutettiin Paveway I:ksi vuonna 1978. Paveway-pommeja on sittemmin kehitetty. Kehitysversionat ovat saaneet rakettimootorin avuksi, ominaisuuksia matalalta pudotettavaksi, siivekkeitä ja tunkeutumiskykyä.

Paveway-perheen pommeja on jouduttu modifioimaan stealth-koneiden ominaisuuksiin sopiviksi muun muassa pienentämällä niitä pommikuiluihin sopiviksi ja vähentämällä tutkaheijastus ominaisuuksia. Paveway-perheen pommit (GBU-10 ja -12) ovat edelleen käytössä olevassa asearsenaalissa [9].

1960-luvulla aloitettiin myös Walleye-pommiperheen suunnittelu. Tavoite oli saada Yhdysvaltain laivastolle edullinen stand-off ase. Pommiin suunniteltiin tv-hakupää datalinkillä ja aerodynaamiset ohjaussiivekkeet. Walleye-pommissa ei ollut taittuvia siivekkeitä, mikä rajoitti käytettävyyttä eri konemallien kanssa. Lisäksi pommi tarvitsi lisävarusteeksi datalinkkipo-

din, joka vei koneesta yhden ripustimen ja lisäsi koneen lentopainoa jonkin verran. Tv-hakupää tarvitsi pommin hakeutumista varten operaattorin tai vastaavan, joka edelleen rajoitti pommin käytettävyyttä: pommi- tai rynnäkkökone tarvitsi operaattorin lentäjän lisäksi tai toisen koneen tulenjohtajaksi. Pommit olivat edelleen käytössä Persianlahden I sodassa A-7E Corsair -koneista laukaistuin. Israelille on myyty näitä pommeja ja oletetaan, että Pyramid-pommi olisi näiden jatkokehiteelmä.

Yhdysvaltain ohjautuvat pommit			
Nimi	Paino (kg)	Suunnittelu	Käyttöönotto
GBU-10C, D, E, F	900	1965	1968
GBU-10G, H, J	900	1984	1985
GBU-12B, C, D	225		
GBU-16A, B	454		
GBU-24A	900	1984	1985
GBU-24A, B	900	1984	1985
GBU-27B	984	?	1988
GBU-28B	2130		
Walleye 1		60-luku	1966
Walleye 1 ER/DL	510	70-luku	80-luku
Walleye 2			
Walleye 2 ER/DL	1088		
GBU-15	424 / 240	1974	80-luku

Taulukko 2 Eräitä yhdysvaltalaisia ohjautuvia pommeja.

2.3.3 Ohjukset Yhdysvalloissa

GBU-15-pommi kehitettiin Mk 84- tai M 118-yleispommiin liittämällä ohjausyksikkö tv- tai infrapunatekniikkaan perustuen. Pommit olivat tarkoitettuja ilmapuolustusjärjestelmien lamauttamiseen. Pommit koettiin ilmeisen hyviksi, koska kehitystyö jatkui useita vuosikymmeniä: pommista kehitettiin erityisesti ohjausyksikköä. Myöhemmässä vaiheessa kehitettiin myös datalinkkiä. Pommista jatkokehitettiin myös ohjus, joka tunnetaan AGM (Air to Ground Missile) -130:nä. GBU-15-pommi on edelleen Yhdysvaltain armeijan käytössä kahtena eri taistelukärki versiona: Mk-84 ja BLU (Bomb, Live Unit) -109 [9].

AGM-65 Maverick on rynnäkköohjus. Ohjus kehitettiin 1965 alkaen ja se otettiin käyttöön 1972. Ohjusperheen ensimmäiset versiot kehitettiin panssarivaunuja ja linnoitettuja kohteita vastaan. Myöhemmin tulivat mukaan myös merimaalit. AGM-65A oli tv-ohjattu. B-versioon kehitettiin suurentava tv-kamera, jolla saatiin parempi osumatarkkuus ja hakeutumiskyky. C-versioon kehitettiin laser-hakupää, mutta ohjus ei koskaan tullut palveluskäyttöön. D-versiossa oli infrapunakamera. Ohjuksen lukitsemisetäisyys kasvoi A- ja B-versioihin verrat-

tuna. Lisää versioita kehitettiin: tuli laserohjaus, suurempi taistelukärki, modernimpi IP-hakupää ja aktiivinen tutkahakupää. Viimeisin on K-versio ja ohjus on edelleen käytössä [9]. Tutkaan, tai täsmällisemmin säteilyyn, hakeutuvia ohjuksia kehitettiin Vietnamin sodan kokemusten kautta. Ensimmäisiä ohjuksia ilmestyi 1960-luvulla, esimerkiksi AGM-45 ja -78. Näitä ARM (Anti-Radiation Missile) -ohjuksia käytettiin lukuisissa konflikteissa. Näillä ohjuksilla oli tarkoitus lamauttaa ilmapuolustuksen tutkia. Asejärjestelmän haasteeksi tuli se, että ohjuksen tuli osua maalin antennielementtiin. Pieni taistelulataus ei välttämättä riittänyt tekemään riittävää tuhoa kohteelle, mikäli ohjus ei osunut tarkasti kohteeseen.

Seuraava kehitysaste oli HARM (High-speed Anti-Radiation Missile) -ohjukset, joiden kehitystyö aloitettiin 1972. Ensimmäiset ohjukset tulivat käyttöön 1983, jolloin ohjus tunnettiin nimellä AGM-88A. Sitten versioita tuli lisää, ainakin B- ja C-versiot. Uusimpaan versioon tuli kehittyneempi ohjausohjelmisto ja taistelukärjen tehoa paranneltiin. Ohjuksessa on useita toimintamoodeja, eli tapoja hakeutua maaliin tai etsiä maalia.

HARM-ohjuksia käytettiin Yhdysvaltain hyökättyä Libyaan 1986 ensimmäisen kerran. Näillä ohjuksilla hakeutumisen loppulento tehdään lentäen hieman alaspäin säteilypisteestä, jolloin ohjuksen tulisi osua tutka-antennin laitteistoihin maassa (kontti, rakennus, masto) ja aiheuttaa tätä kautta vaikeammin korjattavaa tuhoa. Pelkkien antennielementtien vaihto oli aikaisemmin todettu kohtuullisen helpoksi korjata vauriot. AGM-88B ja -C-versiossa on useita volframi-kuulia, jotka läpäisevät terästä jopa 12,7 mm. Näillä kuulilla aiheutetaan maassa olevien rakenteiden vaurioituminen. Ohjustyyppi on edelleen käytössä [9].

Vastaava Brittien ALARM (Air-Launch AntiRadar Missile) -ohjus syöksyy maalin kimppuun lähes kohtisuoraan. Ohjuksen kehitys alkoi 1977. Lopulta ohjus tuli palveluskäyttöön 1991. Ohjuksen hakupää perustuu laajakaistaiseen passiiviseen tutkaan hakeutumiseen. Ohjus tarvitsee toimiakseen hyvän uhkakirjaston ja päivityksen ennen operaatiota. Ohjus nousee laukaisun jälkeen 12 000 m:n korkeuteen, jossa se etsii kohteensa ja syöksyy ylhäältä kohteeseen. Mikäli kohdetta ei heti löydy, avautuu ohjuksesta laskuvarjo. Ohjus leijailee muutamia minuutteja odottaen tutkan käynnistämistä. Ohjuksissa on useita toimintoja, joilla voidaan toimia erilaisissa tilanteissa. Esimerkiksi useita tutkia vastaan niin, ettei kaksi tai useampi ohjus luki-tu samaan maaliin.

Yhdysvaltain rynnäkköohjukset

Nimi	Paino (kg)	Suunnittelu	Käyttöönotto	Huomio
AGM-45		1963		
AGM-65A		1965	1972	
AGM-65H		90-luku	90-luku	
AGM-88	361			pass tka

Taulukko 3 Eräitä yhdysvaltalaisia hakeutuvia ja rynnäkköohjuksia.

2.3.4 Risteilyohjukset Yhdysvalloissa

Saksalaisten kehittämä V-1-ohjus antoi Yhdysvalloille innostuksen kehittää omaa ohjuskykyä. Tästä tuloksena oli I-sukupolven risteilyohjus JB-2. Ohjus pohjautui lähes täysin V-1-ohjukseen, mutta sen hakeutuminen kohteeseen perustui manuaaliseen komento-ohjaukseen ja tutkaseurantaan. 1950-luvulla Yhdysvalloilla oli käytössä jonkin verran keskimatkan risteilyohjuksia. Tilanne kehittyi siten, että 60-luvulla panostettiin runsaasti resursseja ydinaseteknologian kehittämiseen niin, että risteilyohjukset jäivät vähemmälle huomiolle. Venäjän käymät sodat ja muut kriisit kylmän sodan aikana herättivät lännen huomaamaan risteilyohjuksen käyttöarvon.

Toisen sukupolven risteilyohjuksista 1980-luvun Exocet meritorjuntaohjus lienee legendaarisin ohjusmalli, jota käytettiin hyvinkin laajalti muun muassa Falklandin sodassa (1982), Iranin ja Irakin sodassa (1980–1988) sekä Intian ja Pakistanin sodassa (1971).

III-sukupolven ohjusten kehittely alkoi Yhdysvalloissa 1970-luvulla. Tilanne oli tuolloin se, että Yhdysvallat arvioi Neuvostoliiton olevan risteilyohjuskehityksessä selvästi länttä edellä. SALT 1 -neuvotteluissa tätä kuilua yritettiin kaventaa sopimusmenettelyllä. Mikroelektronikan kehittyminen toi uusia mahdollisuuksia ja nämä paransivat ohjuksien ominaisuuksia merkittävästi. Tarkkuus, keventyminen ja tuotteiden halventuminen olivat tuolloin merkittäviä parannuksia ohjuksien tuotekehityksessä ja lopputuotteessa. III-sukupolven risteilyohjuskehityksessä merkittävää osaa näyttelivät maasta laukaistavat ohjustyyppit ja -mallit.

AGM-86 ALCM (Air-Launch Continental Missile) kehitystyö alkoi 1970-luvulla. Kehitystyön seurauksena syntyi pommikoneesta pudotettava risteilyohjus, joka suunnisti maaliinsa inertian ja maastontunnistuksen avulla (Terrain Contour Matching, TERCOM). Viimeisin D-versio tuli palvelukseen vuonna 2001. [5]

Yhdysvaltain risteilyohjukset				
Nimi	Paino (kg)	Suunnittelu	Käyttöönotto	Huomio
JB-2		40-luku	50-luku	
Snark	910	1945		vain tst-kärki
Hound Dog	780			vain tst-kärki
AGM-86B	1418		1982	
AGM-129			90-luku	
AGM-130			1984	

Taulukko 4 Eräitä yhdysvaltalaisia risteilyohjuksia.

Merkittävin kehitysaskel viimeisenä parina vuosikymmenenä on risteilyohjusten häiveominaisuuksien kehittäminen. Teoriassa risteilyohjuksesta on tullut tutkassa näkymätön ja tästä syystä se on lähes mahdoton torjua. Samalla ohjuksen hinta on kohonnut merkittävästi.

Risteilyohjuksen moottori on merkittävä yksittäinen komponentti, jonka ominaisuudet määrittävät kantomatkan ja mahdollisen hyötykuorman suuruuden. Pienenä detaljina mainittakoon, että rakettimoottorin polttoainemassa on lähes kolminkertainen vastaavilla ominaisuuksilla varustettuun suihkumoottoriin. Kaksoismoottoriajatus ei ole myöskään vieras (rakettimoottori alku- ja/tai loppukiihdytykseen sekä suihkumoottori matkamoottorina).

Nykyaikaisessa risteilyohjuksessa on usein kaksi hakeutumisjärjestelmää: toinen hakeutumiseen ja toinen loppulähestymiseen. Ensimmäinen voi olla esimerkiksi inertia ja toinen aktiivinen tutka. Uusimpia hakeutumistapoja on erilaiset maaston muotoon perustuvat hahmon tunnistava tai maaston tunnistava (TERCOM). Tällöin ohjuksessa on lisäksi radiokorkeusmittari.

Maaliin tehtävä loppuhakeutuminen voidaan suorittaa käyttämällä aktiivista tai puoliaktiivista tutkaa, IP-ohjausta, televisio-ohjausta tai säteilyyn hakeutumista. Hahmon (maalin) tunnistus ja GPS (Global Positioning System) kuuluvat luonnollisesti myös nykyisiin mahdollisuuksiin.

Satelliittien tuottamaa tukea tarvitaan risteilyohjuksille nykyään merkittävästi. TERCOM tarvitsee tarkan maastomallin koko lentoreitiltä, joten koko reitti pitää olla mallinnettu satelliittikuvauksella. GPS-navigointi ei onnistu, ellei vähintään neljä satelliittia ole aktiivisena ohjuksesta katsottuna koko hakeutumisen ajan.

Taistelukärjen ominaisuuksiin on tehty useita erilaisia mahdollisuuksia sirpaloitumisesta ja tytärheitteistä aina ydinräjähteeseen saakka, jolloin vaikutus maalissa saavutetaan. Ydinaseiden rajoitusten vuoksi kehitys on ainakin risteilyohjusten suhteen voimakkaasti tavanomaisten räjähteiden kehittämisessä. [10]

2.4 Yhdysvaltojen ilmasta-maahan vaikuttaminen nykypäivänä suppeasti tarkasteltuna

Yhdysvallat on yleisesti ottaen nykypäivänä teknologisesti asetekniikan edelläkävijä. Tässä mielessä on mielekästä tarkastella mitä ja millaista asearsenaalia Yhdysvalloilla on käytössä. Yleinen trendi näillä teknistyneillä asejärjestelmillä on ollut kallistuminen. Siinä missä Saksa toisen maailman sodan aikana rakensi satoja V-1- ja V-2-ohjuksia, saadaan samalla resursoinnilla nykypäivänä mahdollisesti yksi ohjus rakennettua. Toisaalta mitä Saksa niillä aseilla sai aikaan ja mitä nykyaikaisella yhdellä ohjuksella saadaan? Panos-tuotossuhdetta on vaikea arvioida tasapuolisesti tässä mielessä.

Tykkiaseiden kehitys vaikuttaa pysähtyneen. Todennäköisesti samojen rajoitusten vuoksi, mitä tutkielman aikaisemmassa vaiheessa, luvussa 2.2.2 käsiteltiin. Toisaalta lähes kaikki lentokoneet ja osa helikoptereista ovat edelleen tykkiaseella varustettuja. Tarkoituksena lienee yhä itsepuolustus lähietäisyydeltä tai vaikuttaminen esimerkiksi maamaaliin rynnäkkö- tai tulitukitehtävässä. Ilmeisesti Somalian kriisin tapainen ilmiö sai Yhdysvallat suunnittelemaan ”Gun Ship” -tyyppisen ratkaisun, joka tunnetaan AC-130:na. Koneen tehtävänä on toimia lähitulitukitehtävissä alueilla, joissa ei ole merkittävää ilmatorjuntakykyä. [10]

Yhdysvalloissa uusimpana kehitysversiona ovat laserohjautuvat raketit. Raketit tunnetaan nimellä APKWS (Advanced Precision Kill Weapon System). Raketti koostuu hakupäästä, taistelukärjestä, ohjausyksiköstä ja rakettimoottorista. APKWS muistuttaa suuresti tekniseltä ratkaisultaan varhaisimpia ohjuksia sillä poikkeuksella, että on kooltaan paljon pienempi (hal- kaisija 70 mm). Osumatarkkuudeksi ilmoitetaan alle metri. [11] Kehitystyö alkoi vuonna 2002 ja asejärjestelmä otettiin käyttöön 2008 [12].

Ohjautuvissa pommeissa on tapahtunut kehitystä monihakuisiksi ja ylipäättään vaikuttaa siltä, että osumatarkkuuden parantamiseksi on ohjautuvuutta ja hakeutuvuutta kehitetty merkittävästi.

GBU-30/32 JDAM (Joint Direct Attack Munition) on modifikaatioineen (9 erilaista) rajoite- tusti liito-ominaisuuksilla varustettu vapaasti pudotettava pommi. Pudotuspaikasta pommi kykenee liitämään maksimissaan noin 28 kilometriä. Tällaisen nykyaikaisen pommin kappalehinta kohoaa jopa 70 000 USD:iin. Pommi käyttää hakeutumiseen satelliitti- ja inertianavi- gointia. Pommin suunnittelu alkoi vuonna 1992 Persianlahden sodan kokemusten perusteella.

Vuoden 1993 testeissä päästiin pommilla 11 metrin CEP:iin. Vuonna 1999 testattiin JDAM-pommi käyttöönnettäväksi. Testien aikana osumaluotettavuus 10 metrin CEP:iin saatiin 95 %:ksi. Pommi voidaan ohjata maalipisteeseen myös maalittamispodin avulla. Pommi on suunniteltu sellaiseksi, että käytännössä se sopii kaikkiin Yhdysvalloilla nykyään käytössä oleviin koneisiin ja osaan eurooppalaisistakin. [12]

JDAM on osittain modulaarinen, sillä siihen voidaan vaihtaa erilaisia taistelukärkiä. Mahdolliset taistelukärjet ovat:

- Mk-83 / BLU-110, Mk-84, BLU-109 ja Mk-82.

JDAM:sta on erilaisia versioita. Versiot muodostetaan erilaisista hakupäistä ja taistelukärjistä. Versiot ovat:

- JDAM, LJDAM / GBU-38 (laser-haku) ja JDAM ER (Extended Range). [13]

AGM-154 JSOW (Joint Stand-off Weapon) -pommin kehitys alkoi vuonna 1992. Testeihin pommi tuli vuonna 1995 ja vuonna 1997 se oli jo käytössä. Pommista on kaksi versiota: A-versio ja BLU-97-versio. B-version kehitys päätettiin vuonna 2001. Ohjus on liitokykyinen ja osa sen teho vaikutuksesta perustuu iskeytymiseen kohteessa. Liitokyky ulottuu matalapommituksessa noin 24 kilometriin ja korkeapommituksessa jopa 60 kilometriin. Pommia voidaan käyttää sekä maa- että merimaaleja vastaan. Pommi hakeutuminen perustuu satelliitti- ja inertia navigointiin. Pommia voidaan ohjata maaliin myös kuvaavalla infrapunalla datalinkin kautta. Pommi on suunniteltu uusimmille hävittäjä- ja pommikoneille. [9]

Nimi	Paino (kg)	Suunnittelu	Käyttöönotto	Huomio	CEP
JDAM		1992	1997	Iner+sat	13-30
JDAM-PIP		1992	2004	Iner+sat	3
JSOW		1992	1997	Iner+sat	

Taulukko 5 Lyhyesti JDAM- ja JSOW – pommista.

GBU-24 Paveway III (versiot C/B ja D/B) BLU-116 AUP (Advanced Unitary Penetrator) on tunkemapommi, jolle on kaksi versiota: toinen ilma- ja toinen merivoimille. Pommin tunkeutumiskyky perustuu halkaisijaltaan pienipinta-alaisen pommin liike-energiaan, pehmeään kuoreen sekä kovaan nikkeli-koboltti kärkeen. Tuhoamisteho perustuu pieneen taistelukärkeen, joka räjähtää kohteen sisällä aiheuttaen ahtaissa sisätiloissa voimakkaan paineaallon. Taistelukärkeen on mahdollista liittää myös bio- tai kemiallinen kärki. Pommin kehitystyö tapahtui poikkeuksellisen nopeasti, vain kolmisen vuotta normaaliksi katsotun noin kymmenen vuoden sijasta. [9] Kehitystyö ripeä eteneminen viestii onnistuneesta kehitysprosessista. GBU-24B/B

Hard Target Penetrator Laser-Guided Bomb on varhaisimpia kehitysversioita vuodelta 1996. GBU-24 HTSF (Hard-Target Smart Fuse) ja MSHTP (Multi-Segment Hard Target Penetrator) ovat myöhempiä kehitysversioita. [5] Pommi on tiettävästi erittäin tarkka, jolla mahdollistetaan haluttu vaikutus pistemaalissa. Hakupään ominaisuuksista ei lähde paljoakaan mainitse. Itse hakupää on pieni, toimii laser-osoitukseen, joka on tarkka.

GBU-28 BLU-113 Bunker Buster -tunkemapommin juuret ovat 1940-luvulla. Tämä tunkemapommi kehitettiin kovarakenteisten kohteiden tuhoamista varten. Pommilla on testeissä päästy noin 30 metrin syvyyteen saakka maahan ja noin 10 metrin syvyyteen betonia. Pommia on käytetty Persianlahden sodan aikana. [9] Kuten GBU-24:ssä pommi on osumatarkkuudeltaan erittäin tarkka. Todennäköisesti tämäkin on laser-hakuinen ja vaatii erillisen maalinosoituksen.

Tutkimus ei tässä välissä huomioi esimerkiksi CBU-78/89 Gator -sirotepommiä tai vastaavia pommeja. Tutkimuksen kiinnostus kohdistuu enemmän ulottuvampiin asejärjestelmiin. Lukijalle kiinnostuksen lisäämiseksi mainittakoon edellämainitun lisäksi seuraavat muut erikoispommit:

- BLU-82 Daisy Cutter, maailman suurin konventionaalinen pommi
- CBU-87 CEM yhdistelmävaikutteinen sirotepommi.

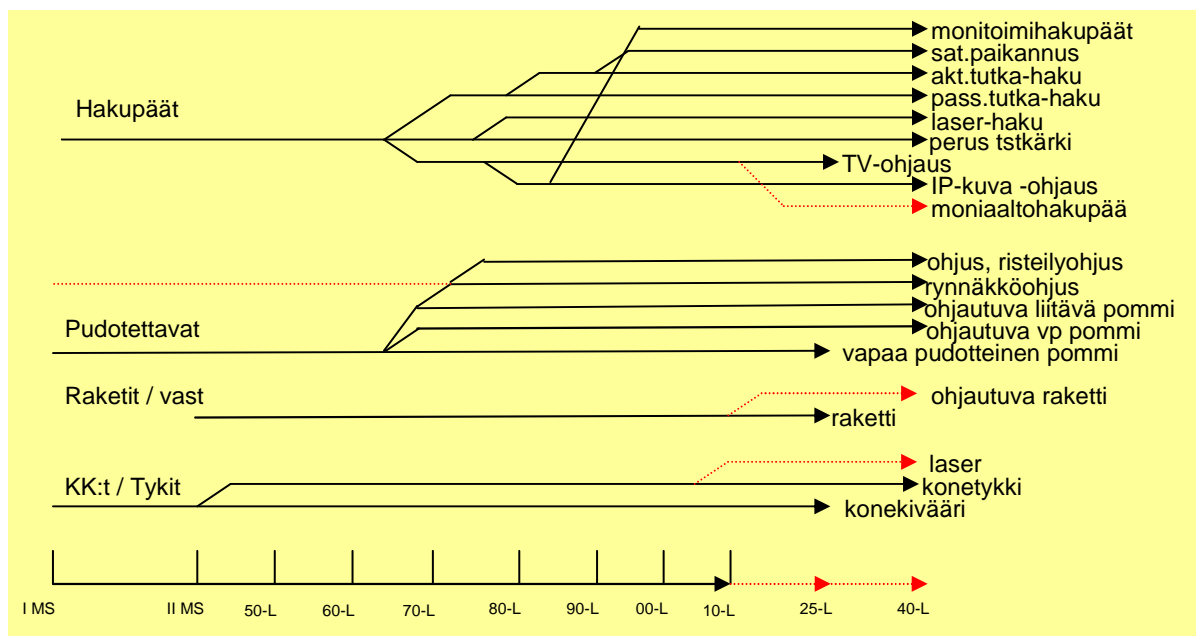
AGM-130-ohjuksen kehitys alkoi vuonna 1984, kun tarkoituksena oli parantaa GBU-15:stä ominaisuuksia. Lopulta siitä tehtiin kaksi eri versiota: A- ja C-versio. A-versiossa on tavanomainen sirpaloituva taistelukärki ja C-versiossa on BLU-109 tunkemakärki. Ohjusta voidaan ohjata datalinkin (AXQ-14) välityksellä lentokoneesta. Yleensä ohjus hakeutuu kohteeseen satelliittinavigoinnin avulla. [9]

UAV:n (Unmanned Aerial Vehicle) käyttöönotto aselavettina (Predator) on viimeisen vuosikymmenen ehkä selkein kehitys. Predatoria on kolme versiota: RQ-1, MQ-1 ja MQ-9. Näistä MQ-versiot ovat aseistettuja versioita. Aseena käytetään AGM-114 Hellfire -ohjusta (pst-ohjus) tai MQ-9-versiossa GBU-12 tai EGBU-12-pommia sekä JDAM-pommia. MQ-9:llä on kokeiltu myös GBU-49 Enhanced Paveway -pommia. [14]

F-22 Raptor monitoimihäivehävittäjä (myös ilmaherruushävittäjänä mainittu) on uusin ja kehittynein hävittäjäluokan konetyyppi Yhdysvalloissa. Koneen kehitys on perustunut kokeuksiin F-15-, F-16-hävittäjistä ja F-117-häiväkoneesta. Kone on V-sukupolven monitoimihävittäjä. Koneen asearsenaaliin voidaan käytännössä liittää kaikki Yhdysvalloissa käytössä

olevat asejärjestelmät. Ilmasta-maahan aseeksi F-22:lle on ilmoitettu GBU-30/32-pommi. [13] F-22 Raptoria on pidetty kuitenkin liian kalliina, joten sen palvelukseenotto on takkuillut suunnitelmiin verrattuna merkittävästi. [15]

A-10-konetta ollaan lähitulevaisuudessa korvaamassa F-35 Lightning -koneella. Kone on VSTOL (very short take-off and landing) ominaisuudella varustettu häivemonitoimikone. [16] Yhdysvalloilla on kehitteillä laseriin perustuva ohjuspuolustusjärjestelmä ALTB (Airborne Laser Testbed) [13] ilmakehään palaavien ohjusten taistelukärkien tuhoaminen tai kiertoradalla olevien ohjusten tuhoaminen. Järjestelmän ilmasta-maahan kykyä ei ole julkisissa lähteissä juurikaan tuotu esille. Oletettavaa kuitenkin on, että järjestelmä kykenee lamauttamaan tai tuhoamaan tutkien säteilijöitä, johtamisjärjestelmän säteilijöitä, ilmapuolustuksen ohjuslavetteja tai vastaavia kohteita noin 80 kilometrin etäisyydeltä [17].



Kuva 1 Kehityskaaripuu Yhdysvalloissa.

Kuvassa 1 on karkeasti esitettyä kehityskaaret erilaisille asejärjestelmille ja hakupäille Yhdysvalloissa. Kehityskaarissa on punaisella viivalla esitettyä kehitteillä olevaa uutta tai suunniteltua tekniikkaa niiltä osin, kuin julkisista lähteistä on ollut nähtävillä.

Huomion arvoista on se, että vaikka Yhdysvalloilla oli kehityskelpoinen rynnäköohjus jo 1920-luvulla, on jälkeempinä hämmästyttävää huomata kehityksen hautaaminen noin puoleksi vuosisadaksi, ennen kuin ohjuskehittelyyn panostettiin uudelleen.

3 KEHITYSVAIHEET VENÄJÄLLÄ HISTORIASTA NYKYAIKAAN TARKASTELTUNA

Tämä luku tarkastelee ilmasta-maahan asejärjestelmien kehittymistä historiallisessa mielessä. Luvussa 3.1 käsitellään kehittämistoiminnan resursseja Venäjällä. Luvut 3.2 - 3.5 käsittelevät asejärjestelmiä jaoteltuna tärkeimpiin osajärjestelmiin. Luku 3.6 tarkastelee nykyisyyttä joka kokooa historiallisia kehityslinjoja. Tarkastelut ovat melko puhtaasti kirjallisuustutkimuksella koottuja.

3.1 Taloudellinen ja laadullinen historia kehityksen vaikuttajana, tarkastelupisteinä Venäjä

Tutkielma ei paneudu maailman taloudelliseen tilaan, mutta talous on tutkimuksen kannalta merkittävä tausta tekijä: se joko mahdollistaa rahoituksen tai muun tuen muodossa uudet keksinnöt, kehityksen tai innovaatiot. Tai sitten se estää kokonaisvaltaisen kehityksen. Eräänä mahdollisuutena resurssit ohjaavat kehityksen suuntaa nopeuden lisäksi. Alaluku 2.1 perustuu suurimmaksi osaksi Moshe Lewinin teokseen ”Neuvostoliiton vuosisata” [18] sekä Ilmari Susiluodon teokseen ”Suuruuden laskuoppi” [1]. Lisäksi tukeudutaan kaupallisten yritysten tai pankkien nettijulkaisuihin.

Neuvostoliitto eli jonkinlaisessa ”utopiassa”: aatteella oli yleviä tavoitteita ja jossain määrin voidaan myös sanoa, että hienoja ajatuksia, visioita paremmasta maailmasta. Utopistisen maailman takana tavallinen kansa ei nähnyt joitakin realiteetteja. Yksi näistä merkittävistä tekijöistä oli valuutta. Neuvostoliitossa ruplia kyllä riitti. Maailman markkinoilla rupla menetti koko ajan arvoaan. Jälkimmäinen vaikutti lumivyöry-efektin tavoin kansantalouteen.

Siinä missä länsimaiset yritykset, myös aseteollisuus, eli valuuttakurssien, valuutan arvon sekä kysynnän ja tarjonnan lakien mukaan, eli ja toimi myös Neuvostoliitto. Idässä, syystä tai toisesta, tästä markkinatoiminnasta ei samalla tavalla ”välitetty”, tuottaminen oli tärkeämpää kuin laatu. Neuvostoliitto joko eristäytyi tai eristettiin muun maailman yleisestä kehityksestä omaan blokkiinsa. Tuo blokki tunnetusti hajosi omaan ”mahdottomuuteensa”.

Taloustilanne määrittää mahdollisuudet muun muassa asetekniikan kehitykselle. Innovaatioita on kuitenkin kyetty aina paperille ja luonnosasteelle saattamaan, vaikka taloudelliset resurssit

eivät ole mahdollistaneet hyvien keksintöjen saattamista tuotantoasteelle. Kylmän sodan aikainen asevarustelukilpa oli mitä ilmeisimmin tuhoisaa Neuvostoliiton taloudelle, koska oli sen pakko kehittää jotain vastineeksi länsimaiselle kehitykselle, vaikka todellisia resursseja ei ollut.

90-luvun tapahtumat, joihin merkittävimpana suurena kokonaisuutena luettakoon itä-blokin ”totaalinen hajoaminen” ja sitä seurannut kaaos poliittisella rintamalla, ei mahdollistanut olemassaolevien keksintöjen tai suunnitelmien toteuttamista. On jopa arvioitu, että vasta nyt 2000-luvun noususuhdanteen aikana Venäjä kykeni toteuttamaan osan silloisista suunnitelmistaan – mitä ilmeisimmin vielä senaikaisella (1980-luku) tekniikalla [9].

Mitä vuonna 2008 alkanut maailman laajuinen lama tekee nyt oleville suunnitelmille, jää tulevaisuuden historian mietittäväksi. Oletettavaa kuitenkin on, ettei kehitys ole positiivinen missään mielessä.

Pienet talousongelmat eivät ole ensimmäisenä kehityshankkeiden haasteina, mutta joissain suhteissa se näkyy vaikka lentotunteina [3], ja jos lentotunteina, niin myös asejärjestelmien käyttö- ja harjoitteluajoissa. Suorituskykyä arvioitaessa on merkityksellistä huomioda, ettei asejärjestelmä, jolla ei harjoitella kokonaisuutta, ole maksimaalisesti toimintakykyinen. Simuloinnit eivät missään olosuhteissa täysin korvaa harjoitus-, koe- tai kovapanosammuntoja.

Neuvostoliittoa ja sittemmin Venäjää voidaan pitää raaka-ainetuottajana. Raaka-ainemarkkinat ovat kaiketi nopeimmin reagoivia sektoreita maailman talouden heittäessä – ja reagoinnit tapahtuvat todella nopeasti. Sen vuoksi lamat iskevät kovimmin ja ensimmäiseksi raaka-ainetuottajien tuloihin. Vastaavasti noususuhdanteen tullessa pääsevät raaka-ainetuottajat ensimmäiseksi kiinni hyviin tuottoihin.

Jatkokehityksen tai kehittyneen jalostuksen saralla oli Neuvostoliitto avaruuskilpailussa selvästi kehitykseltään nopeampi alkuponnisteluissa, mutta hävisi laadullisen kilpailun mentäessä vaativampiin suorituksiin, esimerkkinä kilpajuoksu kuuhun. Osaltaan tässäkin kilpailussa käytettiin samoja teknisiä ratkaisuja kuin hitech -aseissa (rakettimoottorisovellukset, laskenta-tietokoneet, ohjaustekniikka, lämpökilvet, jarruvarjot). [4]

Venäjä elää tällä hetkellä taantumaa, joka alkoi bruttokansantuotteen mukaan vuoden 2008 aikoihin. Sitä ennen vuodesta 1998 alkaen Venäjällä elettiin nousukautta. Voidaan puhua ”Putinin kaudesta”. Ennusteet lähitulevaisuudelle lupaavat laskevaa trendiä taloudelle. Raaka-

ainetuotot ovat vaikeita ennustaa. Oletettavaa on, että Venäjän talous on lamaantuneena vielä jonkin aikaa ennen kansainvälisen noususuhdanteen vaikutusta positiivisesti Venäjän talouteen. [19]

Venäjän talouden odotetaan palaavan nykyistä lamaa tai taantumaa edeltävälle tasolle vuoden 2012 jälkeen. Vakaaseen kasvuun ei kuitenkaan ihan täysin uskota, mutta kuten yleisesti tiedossa on, on Venäjä suuri maa suurine resursseineen. [20] Ennen lamaa eli Venäjä erittäin voimakasta nousua ja useilla mittareilla mitattuna oli kasvukehitys vahvaa. [21] Mikäli talous jatkaa taantumaa jälkeen vastaavanlaisessa kehityksessä, on todennäköistä, että Venäjä kykenee investoimaan myös asetekniseen kehitykseen merkittäviä resursseja. Voidaan arvioida, että joskus vuosien 2015 - 2020 väliin ajoittuu uusi voimakas noususuhdanteen kauden aikainen merkittävien ylimääräisten taloudellisten resurssien vaihe, jolloin Venäjällä on merkittävät mahdollisuudet kehittää asejärjestelmiään. Tämä tietysti niillä reunaehdoilla, ettei uutta hajoamiseen johtavaa kehitystä tapahdu, eikä tule muita poliittisia epävarmuuskausia tai luonnon mullistuksia, jotka merkittävästi vaikuttaisivat oletettuun talouskehitykseen.

3.2 Yleiskäyttöiset rautapommit Venäjällä

Venäjällä kehitys rautapommien osalta on samankaltainen sekä teknisesti että ajallisesti. Kehityskaari on hieman länsimaista poikkeava. Kehityskaari on alkanut I MS:n ajoilta, eikä pommeihin ole tehty suuria muutoksia. Varsovan liiton mailla oli näitä pommimalleja jotta-kuinkin määrättömästi: puhutaan sadoista erilaisista. Yleisin ja suurin pommityyppiryhmä on FAB²-sarjan pommit. FAB-sarjan pommit ovat vapaasti pudotettavia ja niiden teho perustuu sirpaleisiin tai räjähdyspaineeseen tai paineen ja sirpaleiden yhteiseen tuhovaikutukseen kohteessa.

² *Фугасная авиационная бомба*

Venäläisiä yleispommeja				
Nimi	Paino (kg)	Suunnittelu	Käyttöönotto	Huom
FAB-250	249	20-luku	20-luku	hitsattu runko taottu runko
FAB-250	238	20-luku	20-luku	
FAB-500	447	20-luku	20-luku	
FAB-100 M43	103	40-luku	1943	
FAB-250 M43	237	40-luku	1943	
FAB-250 M46	220	40-luku	1946	
FAB-500 M46	429	40-luku	1946	
FAB-1500 M46	1347	40-luku	1946	
FAB-3000 M46	2983	40-luku	1946	
FAB-250 M54	234	40-luku	1954	
FAB-500 M54	474	40-luku	1954	
FAB-1500 M54	1392	40-luku	1954	
FAB-100 M62	99,8	50-luku	1962	
FAB-250 M62	250	50-luku	1962	
FAB-500 M62	497	50-luku	1962	
FAB-1000 M62	1033	50-luku	1962	

Taulukko 6 Venäjän (entisen Neuvostoliiton ja Varsovan liiton) yleisimmät FAB-yleispommit.

II MS:n aikana tunnettiin FAB-50, -70, -250 ja -500 pommit. Näistä kohtuullisen varmasti kaksi viimeisintä on edelleen käytössä. Näitä on myös ”päivitetty” lisäämällä pommeihin pudotamista hidastava varjo, jolla mahdollistetaan matala pudotuskorkeus, jolloin itse pommia pudottava kone ei joudu pommin sirpaleiden vaikutuspiiriin. Pommit tunnetaan nimillä FAB-250ShN ja -500ShN. Vapaapudotteisiksi näitä viimeksi mainittuja ei enää voida luokitella, vaan ne luokitellaan hidasteisiksi pommeiksi.

Neuvostoliitto kehitti toisen maailmasodan aikoihin myös AO³-sarjan pommeja, joiden teho perustui ensisijaisesti sirpaleisiin. AO-sarjan pommit on alun perin kehitetty tykistön kranaateista, joihin lisättiin pyrstövakain ja karkisytytin. Vaikutuksen vuoksi nämä pommit lienee olleet rynnäkkökoneiden käytössä ja tarkoitettu pehmeitä, heikosti suojautuneita kohteita vastaan. AO-sarjan pommit lienevät jo pois asearsenaalista [22].

OFAB⁴-sarjan pommit perustuvat myös sirpalevaikutukseen. Pommit ovat tarkoitettu elävää voimaa sekä keveästi panssaroituja ajoneuvoja vastaan. OFAB-250M-pommissa on mielenkiintoinen rakenteellinen yksityiskohta: sytytin on sijoitettu pitkän tangon päähän pommin kärkeen saaden räjähteen toimimaan noin 1,5 m korkeudella, ilmeisimmin parhaimman sirpalevaikutuksen saavuttamiseksi.

³ Оскольно авиационная бомба

⁴ Оскольно-фугасная авиационная бомба

OFZAB⁵-sarjan pommit ovat palopommeja. Pommit ovat muotoilultaan vanhahtavia, joka antaa syytä olettaa, että näitä tyyppisiä on käytetty jo toisen maailman sodan aikana. Palopommeja ei julkisten lähteiden perusteella ole juuri käytetty nykyaikaisessa sodankäynnissä.

BETAB⁶-miinapommi on tarkoitettu lentokenttiä, linnoitettuja lentokonesuojia tai vastaavia kovia kohteita varten. Pommin nimi ”betonia läpäisevä ilmapommi” vahvistaa tätä ajatusta. Detaljina mainittakoon, että Venäjällä lentokenttien kiitoradat ovat betonilaattarakenteisia.

ODAB⁷-sarjan pommit ovat aerosolipommeja ja ne ovat tarkoitettu vaurioittamaan tai tuhoamaan elävää voimaa. Pommin teho perustuu voimakkaaseen shokki-/paineaaltoon, jonka pommin levittämä kaasu saa aikaan leimahtaessaan.

3.3 Ohjautuvat pommit Venäjällä

Ensimmäiset ohjautuvat pommit kehitettiin Neuvostoliitossa pian II MS:n jälkeen. Pommit perustuivat II MS:n aikaiseen saksalaiseen kehitystyöhön, kuten Fritx-X-pommiin. Eräs tämän kehityskaaren tuotoksista oli UB-2000F-pommi. Tämä oli 2 000 kg painava ja tv-ohjattava, joka toimi radiolinkin kautta. Pommi oli tarkoitettu meritorjuntaan.

1970-luvulla alkoi Vietnamin sodan havaintojen perusteella laser-ohjautuvien pommien kehitystyö. Yhdysvaltojen saavutukset motivoivat Neuvostoliittolaisia kehittämään vastaavaa tarkkaa pommia. KAB⁸-500L-pommi on tämän kehityssuunnan tuloksia. Pommin kehitysohjelma alkoi vuonna 1972 ja se otettiin käyttöön vuonna 1975. Pommia jatkokehitettiin sekä laserhakuiseksi (L-versiot) että tv-ohjattavaksi (Kr-versiot) ja myös sen taistelukärjen kokoa kasvatettiin suuremmaksi, jolloin pommi nimettiin KAB-1500L:ksi.

KAB-500L:ää verrataan yhdysvaltalaiseen Paveway I:een. KAB-1500L-versiossa on ohjaussiivekkeet suuremman toimintamatkan saavuttamiseksi sekä lisäohjaussiivekkeet ohjausvoimien parantamiseksi. Mainitut parannukset ovat vastaavia kuin Paveway II:lla. KAB-500Kr tv-ohjattavan pommin oletetaan olevan Vietnamin sodan aikaisen, sotasaaliiksi saadun, Walleye -pommin jatkokehitelmä. Kehitys näiden pommien osalta johti suurempaan kokoon ja taistelukärjen muuttamiseen aerosolitäytteiseksi (KAB-500Kr-OD).

⁵ Оскольно-фугасно-зажигательная авиационная бомба

⁶ Бетонобойная авиационная бомба

⁷ Объемно-детонирующая авиационная бомба

⁸ Корректируемая авиационная бомба

KAB-500S-E-pommi lieenee kilpailija Yhdysvaltain JDAM:ille. Pommi on KAB-500:n pohjalle rakennettu GLONASS⁹ (Global Satellite Navigation System) -paikannuksella hakeutuva ja tunkemakykyinen (kolmivaiheinen hidastus sytyttimessä). CEP:n on ilmoitettu olevan 5 - 10 metriä. [22] Pommi on vasta koekäytössä Venäjällä. [23]

KAB-1500L:stä kehitettiin myös muutamia versioita: KAB-1500L-Pr, jossa on 1 100 kg betonia läpäisevä taistelukärki sekä KAB-1500L-F, jossa on 1 080 kg:n yleisräjähteellä varustettu taistelukärki. Ensimmäinen on tarkoitettu kovia kohteita vastaan, kuten bunkkerit, ja jälkimmäinen pehmeämpiä kohteita vastaan, kuten teollisuuskohteet.

Venäläisiä ohjattavia pommeja

Nimi	Paino (kg)	Suunnittelu	Käyttöönotto	Huom
KAB-500Kr	500	60-luku	1970	tv-ohj.
KAB-500L	500	1972	1975	laserohj.
KAB-1500Kr	1500	70-luku	70-luku	tv-ohj.
KAB-1500L	1500	70-luku	70-luku	laserohj.
KAB-500Kr-OD	500		90-luku	aerosoli

Taulukko 7 Eräitä ohjautuvia venäläisiä pommeja.

Edellämainittujen uusimpien KAB-pommien oletetaan toimivan LOBL (Lock-On Before Launch) -periaatteella, jolloin pommi lukitaan maaliin ennen pudotusta. Pudotuksen jälkeen pommi ohjautuu itsenäisesti lukittuun maaliin. Pommin uskotaan olevan uudelleenohjattavissa vielä irrotuksen jälkeen. Tämä vaatii erillisen tv-vastaanotinjärjestelmän sekä pommiin komento-ohjausyksikön. Tällainen järjestelmä on esimerkiksi X¹⁰-29 Grau -ohjuksessa¹¹.

Laserosoittimet olivat Neuvostoliittolaisissa koneissa kiinteitä, koneissa orgaanisesti olevia laitteita. Yhdysvaltalaisilla oli vastaavasti koneessa erillinen podi osoitinta varten.

Hakeutuvien pommien kehityksessä vaikuttaa Venäjä olevan Yhdysvaltoja merkittävästi jäljessä. Satelliittipaikannus on vasta 2000-luvulla tullut mukaan hakupäissä ja monihakupäät ovat vielä harvinaisia pommeissa.

⁹ ГЛОНАСС; Глобальная Навигационная Спутниковая Система

¹⁰ Huom. X on Kh englantiin translitteroitu kurkkuääänne "h". Tutkielmassa käytetään alkuperämaan venäläistä tapaa X:ta. Selvennyksen vuoksi ohjuksen muut tunnistekirjaimet ovat latinalaisia, ei kyrillisiä kirjaimia.

¹¹ Ракеты ближнего действия

3.4 Ohjukset Venäjällä

Rynnäkköohjuskehitys alkoi Neuvostoliitossa mahdollisesti jo 1960-luvulla. Ensimmäisiä ohjuksia oli X-23 Grom¹², joka oli komento-ohjattava. X-25¹³ on sekä komento-ohjattava että laser-osoitukseen hakeutuva versio. X-59 Ovod¹⁴ on tv-ohjattava, jossa ohjauskomennot siirretään datalinkillä. Ohjusta on modifioitu -M, -ME, -MK ja -M2 versioiksi. X-29 Grau - ohjuksia on useampia versioita: T-versio on tv-ohjattava ja L-versio puoliaktiivinen laser-ohjattu. MP-versio on tutkaan lukittuva.

X-22 Burja¹⁵ (eng. Burya, AS-4 Kitchen) on yksi strategisten pommikoneiden aseista. Ohjus suunniteltiin ydintaistelukärjelle sen tullessa palveluskäyttöön vuonna 1964. Ohjus käytti inertiaa hakeutumisessa. X-22N tuli palveluskäyttöön vuonna 1970. Siinä oli mahdollisuus tavanomaiseen taistelukärkeen ja loppuhakeutumiseen käytettiin tutkaa. X-22M-versiossa oli tavanomainen HE (High Explosive) -taistelukärki ja loppuhakeutuminen tapahtui passiivisesti tutkaan hakeutumisella.

X-28 (AS-9 Kyle) on tutkaan hakeutuva, nestemäistä polttoainetta käyttävä passiivinen ohjus. Kohde voi sijaita maalla tai merellä. Ohjusmalli ei ole enää käytössä Venäjällä.

X-58¹⁶ (AS-11 Kilter) on säteilyyn hakeutuva, osin inertiaohjausta hyödyksi käyttävä ohjus. Ohjus kykenee monimaalitoimintaan eli siihen voidaan asettaa ennakolta useita maaleja (inertialähestyminen) ja loppuhakeutuminen tapahtuu passiivisella hakeutumisella. Lisäksi ohjus kykenee, uudelleen aktivoituessaan, lukittumaan uudelleen aikaisemmin sammutettuun maaliin. Aseeseen on mahdollista sijoittaa taistelukärjeksi ydinlataus. Ohjusta verrataan länsimaiseen HARM-ohjukseen. Tämä ohjus omaa keinoälyä sekä muistia ja on siinä mielessä ”hankala” väistää. Maalit ovat mitä ilmeisimmin ennaltaohjelmoituja ja priorisoituja.

X-29¹⁷ (AS-14 Kedge) ohjuksesta on useita versioita. Versiossa hakupäiden tyypit vaihtuvat: laser, tv, automaattinen optinen ja tutkahaku. Ohjus on ollut palveluksessa 1980-luvulta alkaen.

¹² *Ракета малой дальности стрельбы*

¹³ *Модульная ракета малой дальности стрельбы*

¹⁴ *Крылатая ракета*

¹⁵ *Крылатая ракета*

¹⁶ *Противорадиолокационная крылатая ракета*

¹⁷ *Ракеты ближнего действия*

X-15¹⁸ (AS-16 Kickback) on korkealla (40 km) nopeasti lentävä (5 Mach) risteilyohjus. Ohjus on tullut palvelukseen 1980-luvulla ja siitä on muutama versio: ydintaistelukärki-, passiivinen tutkahaku- ja aktiivinen tutkahaku-merimaali -versio.

X-31A¹⁹ ja -P²⁰ (AS-17 Krypton) -ohjukset suunniteltiin Patriot- ja AEGIS-järjestelmiä vastaan. Ohjus esiteltiin ensimmäistä kertaa vuonna 1991. A-versio modifikaatioineen on merimaaliohjus ja P-versio modifikaatioineen monikäyttöinen tutkaan hakeutuva ohjus.

Venäläisiä rynnäkköohjuksia				
Nimi	Paino (kg)	Suunnittelu	Käyttöönotto	Huom
X-15 Kickback	1200			~AGM-69
X-22 Burya			1964	
X-23 Grom	287		1968	~AGM-12
X-25 Raduga	297			~AGM-86
X-59 Ovod	844	70-luku	90-luku	
X-29 Grau	665			
X-59M Ovod-M	920			

Taulukko 8 Eräitä venäläisiä rynnäkköohjuksia vertailupintoihin.

3.5 Risteilyohjukset Venäjällä

Neuvostoliitossa oli kehitystyö käynnissä jo 1940-luvulla. Työn tarkoituksena oli tuottaa jo toiseen maailmansotaan ase, jolla olisi ollut strateginen merkitys. Kehitystyö peruttiin. Tällöin projekti tunsikin nimen ”212”. [4]

Toisin kuin Yhdysvallat, panosti Neuvostoliitto voimakkaasti 1950–60-luvuilla risteilyohjusten kehittämiseen. Näistä kehitysprojekteista oli tuloksena useita erilaisia ohjuksia, joista AG-kykyinen KS-1 Kometa (AS-1 Kennel) tuli palveluskäyttöön jo vuonna 1956. Tämä kehityslinja jatkui vielä 1980-luvulle saakka. Kun egyptiläiset upottivat neuvostovalmistisella ohjuksella israelilaisten Eilat -hävittäjään, heräsi länsi risteilyohjuksien käyttökelpoisuuteen ja aloitti omat kehitysprojektit uudelleen.

Nykyään Venäjällä tunnetaan kaksi lentokoneesta laukaistavaa risteilyohjusta: X-55 (AS-15 Kent) ja X-90 (AS-19 Koala). Jälkimmäinen X-90-ohjus²¹ on melko tuntematon. Ohjuksessa on kaksi taistelukärkeä, jotka voivat olla ydinlatauksella varustettuja. Ohjus on nopea (~4-5

¹⁸ *Аэробаллистическая ракета*

¹⁹ *Высокоскоростная противокорабельная ракета средней дальности*

²⁰ *Аэробаллистическая ракета*

²¹ *ГЭЛА*

MACH) ja melko korkealla lentävä (7 - 20 km). Kantomatka on noin 3 000 km. Ohjus on pommikoneesta laukaistava ja kuuluu TU-160M-pommikoneen aseistukseen. [24]

X-55²² (AS-15 Kent) ohjusta verrataan AGM-86 ALCM:ään (Air-Launch Continental Missile). Risteilyohjus voidaan varustaa joko konventionaalisella tai ydintaistelukärjellä. Ohjusta on tehty konventionaalisia variantteja: X-65, X-101 ja X-555. X-55 lienee käytetyin risteilyohjus. Arvioidaan, että kolme neljäsosaa strategisten pommittajien risteilyohjusarstaalista on X-55-ohjuksia [10]. Arvioidaan myös, että ohjus on verrattavissa BGM-109 Tomahawk -risteilyohjukseen. Ohjus käyttää hakeutumiseen sekä inertiaa että maaston tunnistusta. Ohjukseen on asennettavissa ydinlataus.

X-31PK on modifioitu X-31P ilmasta laukaistava meritorjuntaohjus. Ohjus on passiivinen tutkaanhakeutuva. Lähteestä riippuen kantamaksi annetaan 50 - 160 km. Ohjusta voidaan käyttää myös maa-maaleihin [25].

X-38 on ilmeisesti Venäjän vastaus JSOW-ohjukselle. Ohjus kykene lentämään noin 40 km:n päähän. Ohjukseen on neljä erilaista hakupääversiota, joista jokainen on kaksitoiminen. Toinen on inertiaan perustuva paikannus ja toinen on joko tutkaan, laser-osoitukseen tai IP-kuvatunnistukseen hakeutuva sekä satelliittipaikannukseen perustuva. [26]

Яхонт (eng. Yakhont) yliääni risteilyohjus on tarkoitettu sekä kiinteisiin maa- että merimaaleihin. Maksimi kantama on noin 300 km ja ohjus lentää noin 2,5 Mach:n nopeudella. Risteilykorkeus on noin 14 km ja lähestymisvaihe maaliin lennetään noin 10 - 15 metrin korkeudella. Haku perustuu inertiaan ja lähestymisvaiheessa aktiiviseen tutkaan. CEP on noin 20 - 50 metriä maalin säteilyominaisuuksista riippuen. [22]

²² *Аэробаллистическая ракета*

3.6 Venäjällä tällä hetkellä olevat kehityslinjat

”Авиационное Вооружение и Авионика”:n mukaan on erilaisia ilmasta-maahan aseita tällä hetkellä Venäjällä käytössä 126 kappaletta. Nämä jakautuvat karkeasti lajiteltuna seuraavalaisiin aseisiin:

- yleispommeja 35 kpl
- ohjautuvia pommeja 15 kpl
- tytärpommeja 14 kpl
- erikoispommeja 19 kpl (palo, merkintä, harjoitus ja niin edelleen)
- raketteja 11 kpl (kaliiperit vaihtelevat myös)
- ohjuksia, rynnäkköohjuksia, risteilyohjuksia 32 kpl.

Listauksessa pitää huomioida modifikaatiot ja myös samaan taistelukärkeen mahdollisesti liitettävät erilaiset hakupäät. [22]

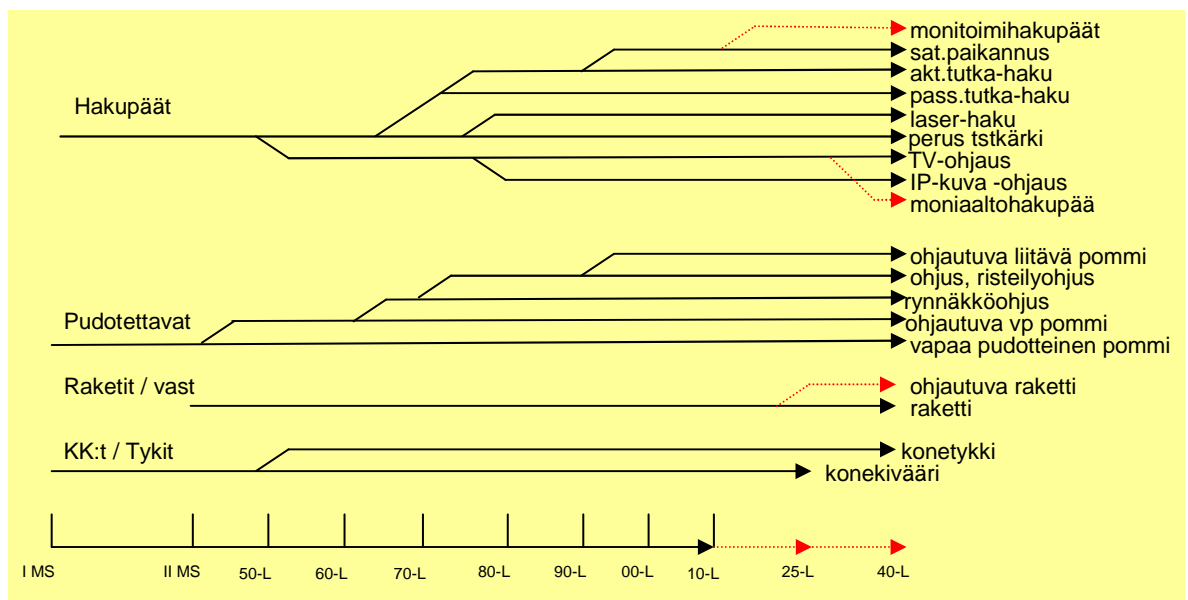
Lukijalle vertailuksi on laitettu liitteiksi muutama ote AG-aseista Venäjällä. Liitteessä 1 on erään katalogin listaus ilmasta-maahan vaikuttavista, kaupallisesti hankittavista asejärjestelmistä. Liitteessä 2 on listaus nykyajan venäläisistä, Venäjän armeijan käyttämistä, ilmasta-maahan asejärjestelmistä. Molemmat liitteet sisältävät vain otteen (ilmasta-maahan aseet) alkuperäisistä lähteistä. Lähteissä on muitakin asejärjestelmätyyppejä.

Venäjän väitetään olevan johtava maa risteilyohjuksien kehittämisessä [3]. Venäjällä kehitettävät risteilyohjusjärjestelmät eivät ole sidottuja ohjusten laukaisualustaan: on olemassa ilmasta, maasta, laivasta tai sukellusveneestä laukaistavia versioita. Uusimpia ohjuksia voidaan ampuu sukellusveneestä, laivasta ja erikokoisista lentokoneista. Ohjusperheiden kärkeä ovat Club-perheen ohjukset, jotka on suunniteltu ensisijaisesti merilavettien käytettäväksi. Risteilyohjuksissa Venäjä on kyennyt kehittämään ohjusten lentokorkeutta ja nopeutta merkittävästi Yhdysvaltojen vastaavia arvoja paremmiksi.

Georgian sota (8.8.2008 alkaen) osoitti osaltaan, ettei Venäjä käytä tai kykene käyttämään pienehköä vastustajaa vastaan täsmäasearsenaaliaan. Suurin osa, jos ei kaikki, pommituksista tehtiin matalalentosuorituksina perinteisin hidasteisin yleispommein. [23] Toisaalta voidaan avoimesti ihmetellä, miksei Venäjä käyttänyt täsmäaseitaan? Georgia olisi ollut lisävoimannäytön kohde ja testikenttä, sekä oivallinen tilaisuus näyttää mitä osataan ja millä välineellä. Jälkimmäisen suhteen voidaan pohdintaa jatkaa, mutta se kuuluu enemmän taktisen tai strategisen, kuin teknisen pohdinnan tehtäväksi.

Risteilyohjusten lentokorkeus on Venäjällä saatu nousemaan ja lentonopeus kasvamaan sellaiseksi, ettei niitä torjuta tavallisilla hävittäjillä ja torjuntaohjuksilla (vrt. X-15). Vasta viime aikoina on Venäjälle pommeihin ja ohjuksiin tullut monitoimisia hakupäitä. Yhdelle pommi- tai ohjustyypille voi olla useita erilaisia hakupäitä. Tämä on toisaalta omiaan kasvatamaan asearsenaalikirjoa.

Venäjä on risteilyohjuskehityksessä Yhdysvaltoja kehittyneemmässä tilanteessa verrattaessa ohjusten kehityskaaren pituutta (Yhdysvalloilla tauko, Venäjällä yhtenäinen) sekä joitain ominaisuuksia, kuten nopeutta, huomattavasti Yhdysvaltoja enemmän. Venäläiset eivät vielä tunnu kehittäneen matalalla lentämään kykenevää risteilyohjusta. Vaikuttaa siltä, että vain loppulähestyminen kyetään tekemään ohjuksilla matalalla. Risteilyohjusten matkakorkeus on korkealla, 14 - 40 kilometrin korkeudella.



Kuva 2 Kehityskaaripuu Venäjällä (Neuvostoliitossa)²³.

Kuvassa 2 on karkeasti kuvattuna kehityskaari Venäjällä joiltakin osin. Suurelta osin kehitys on ollut samankaltainen kuin Yhdysvalloissa. Merkille pantavaa on huomattavasti varhaisempi kehityksen alku ohjautuvien pommien ja ohjusten osalta. Toinen merkille pantava seikka on runsaampaa keinoälyä vaativien hakupäiden hitaampi kehitykseen saanti, ainakin lähteiden valossa.

²³ Kuvassa punaisella merkitty uuden kehityspolut.

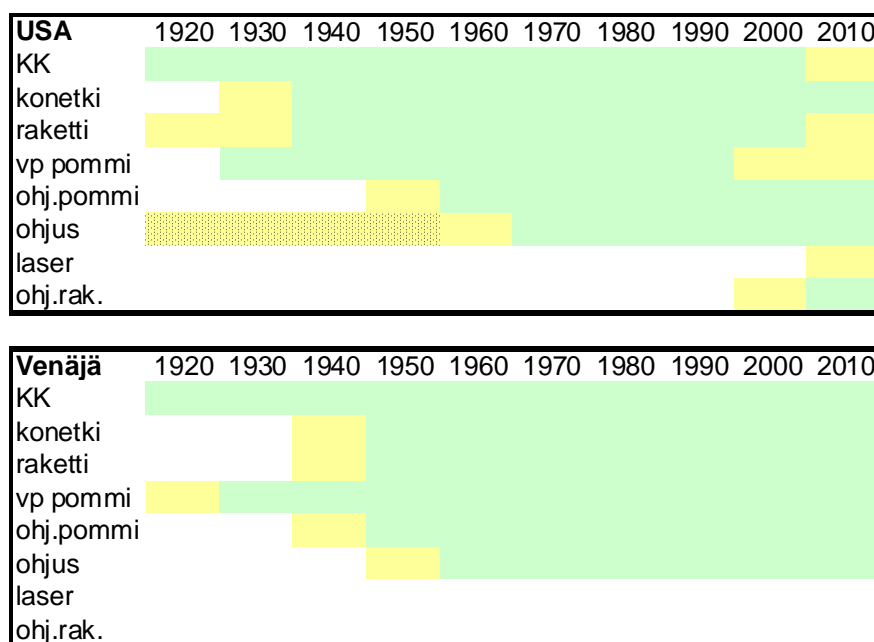
4 JOHTOPÄÄTÖKSIÄ HISTORIALLISTA KEHITYKSESTÄ YHDYSVALLOISSA JA VENÄJÄLLÄ

Tässä luvussa käsitellään johtopäätökset ajallisessa järjestyksessä: ensiksi mitä historia näyttää kehityksen olevan, toiseksi mitä kehitys näyttää nyt olevan ja kolmanneksi miten kehitys näyttäisi tästä eteenpäin kulkevan. Tarkastelu tehdään koonnoksen omaisesti.

Alaluvuissa ei käsitellä asejärjestelmiä enää teknisin yksityiskohdin, vaan järjestelmiä käsitellään kehityskaaren ja tulevaisuuden näkökulmasta. Tästä syystä yksityiskohtaisten teknisten tarkastelujen käsittely ei ole järkevää.

4.1 Johtopäätöksiä ilmasta-maahan kyvyn kehityksestä historian ja nykyajan valossa

Tutkielman tässä alaluvussa tehdään pintapuolinen analyttinen tarkastelu historiallisen kehityksen ilmiöistä. Täytyy muistaa, että tutkielma on pääsääntöisesti julkisista lähteistä koottu, joten tarkempi tieto monien asejärjestelmien ominaisuuksien puolesta puuttuu. Luku perustuu historiallisten kehityslinjojen tarkastelusta tehtyyn pohdintaan.



Taulukko 9²⁴ Eräitä ilmasta-maahan aseita taulukoituna kehityskaareksi, vertailukohtina Yhdysvallat ja Venäjä (Neuvostoliitto).

²⁴ Keltaisella suunnittelu- ja käyttöönotto aikaraami, vihreällä käytössä, pilkuttettu "hylytetty" suunnitelma- ja kokeilu.

Taulukoinnin perusteella (taulukko 9) voidaan katsoa, että Venäjänä oli II MS:n aikana vielä kehityksessä länttä perässä. Todennäköisimmin sotasaalismateriaali tehosti rajusti kehitystyötä Neuvostoliitossa, sillä ohjautuvat pommit ja ohjukset saatiin kehityksen alkuun jo 1950-luvulla. Toisaalta kylmän sodan aikainen varustelu kulutti todennäköisesti niin paljon kehitysresursseja, että nyt Venäjä on Yhdysvaltoja merkittävästi jäljessä hakupäiden kehityksessä ja uusimmissa asekeksinnöissä.

Länsimainen yleispommi saavutti nykymuotonsa huomattavasti paremman suunnittelun tuloksena tai kehittyneemmän suunnitteluprosessin ansiosta. Yhdysvaltojen yleispommiarsenaali oli käytännössä valmis II MS:n kokemusten kautta, kun Venäjän (tai Neuvostoliitto) jatkoi tuotekehitystä edelleen vielä pari vuosikymmentä, ennen kuin löysi sopivan ”paketin” käyttötarkoituksiinsa. Sitten yleispommit saivat sekä lännessä että idässä vain parantavia lisäominaisuuksia, kuten jarruvarjo tai -siivet, itse asejärjestelmän säilyttäessä muotonsa ja toimintaperiaatteensa lähes muuttumattomana.

Vapaasti putoavat yleispommit ovat siis käytännössä olleet kehityksestä pysähdyksissä. Eri-laisilla lisäominaisuuksilla pommit ovat edelleen käytössä ja hinta-laatu -suhde ilmeisesti tarjoaa erittäin käyttökelpoisen yhdistelmän. Lisäominaisuudet tarjoavat edelleen sellaisia käyttömahdollisuuksia, ettei pommien kehittämistä ole lopullisesti haudattu. Vaikuttaa siltä, että niillä edelleen on kehitysmahdollisuuksia olemassa, tosin ei vapaasti (termin täydellisessä merkityksessä) pudotteisena, vaan muiden ominaisuuksien kanssa: esimerkkinä liittopommit, joita sekä itä että länsi vaikuttavat kehittävän.

Kehityskaari vapaasti putoavien pommien suhteen vaikuttaa olevan kuitenkin läpikoluttu. Kehitystä ei itse pommissa ole tapahtunut vuosikymmeniin. Lentävässä lavetissa on tapahtunut runsaasti muutoksia ja näistä muutoksista itse pommiin vaikuttaa nopeus- ja keskipakovoimavektorit. Tästä syystä pommin ripustuksiin on tullut muutoksia pommin itsensä pysyessä samankaltaisena, jopa samana vuosikymmeniä.

Vapaasti pudotettavien rinnalle on kehittynyt koneesta irrotettavia, mutta jonkinlaisella keinoälyllä varustettuja pommeja. Kehitys on ollut tavassa hakeutua maaliin - ensin ulkopuolisen avustuksen kautta (datalinkki + tv-ohjaus) itse hakeutuvaan ja lopulta ennalta ohjelmoitavaan tapaan hakeutua maaliin. Tässä suhteessa ”vapaasti” putoava pommi muuttuu hitaasti enemmän vapaasti pudotettavaksi (rajoitetusti) ohjautuvaksi pommiksi. Vapaasti pudotettavat ja hakeutuvat/ohjautuvat pommit ovat määrällisesti tarkasteltuna suurin Yhdysvalloissa kehittynyt asejärjestelmäluokka. Samanlainen kehityssuuntaus vaikuttaa olevan Venäjällä.

Teknisesti katsottuna ei hakeutuvien pommien kehitys lännessä tai idässä juuri eronnut, ellei tarkastella ajallisesti. Tv-hakupäät sinänsä eivät eronneet tavastaan toimia, mutta eroksi idän ja lännen välille tulee ohjaustoiminnon tekninen mahdollistaminen: lännessä pyrittiin käyttämään erillistä podia lähettimenä pommin ja koneen välillä, idässä lähetin oli osa itse konetta. Tämä tekninen toteutustapa seurasi myöhemmin myös IP- ja laser-osoittimiin. Pieninä etuina itä sai tästä innovaatiosta sen, että laser-osoitinta voitiin kiinteästi käyttää etäisyys- tai korkeusmittaukseen ja yksi ripustimista vapautui yhdelle pommille tai lisäpolttoainesäiliölle. Haittana on se, että osoitin on yleensä koneen nokassa, jolloin kone joutuu lentämään kohteen lähistöllä pommin osumiseen saakka²⁵.

Yleisinä kehityslinjoina voidaan pitää:

1. tykkiaseiden osalta: kaliiperin, ammuksen (r-aine, sirpaleet, tunkeutumiskyky, herätesytytin), tulinopeuden ja monipiippuisuuden kehityslinjat
2. rakettiaseiden osalta: kaliiperi, räjähdemäärä, kasettitoiminta sekä kantomatkan kehittäminen
3. ohjus- ja ohjautuvien -aseiden osalta: hakupää, kantomatkä (rakettimoottori, polttoaine, erilaiset moottorit, lentorata ja -korkeus), aerodynaamisuus, koon pienentäminen, CEP:n pienentäminen erilaisilla täsmäohjauksella (jopa useilla samanaikaisesti käytössä olevilla ohjauksella).

Tarkempia kehityskaaria voidaan etsiä yksittäisistä komponenteista:

1. taistelulataus (muun muassa paine, sirpale, suunnattu räjähdys tai kahden tai useamman toimintatavan kombinaatio)
2. sytytysjärjestelmä (isku, heräte, viivästeisyys)
3. pudotus- tai laukaisutavoissa (muun muassa: ilmalavetin ja pommin/raketin/ohjuksen kiinnitys)
4. ohjausjärjestelmä (ohjausyksikkö ja -siivekkeet)
5. hakupää (ohjattava, aktiivisuus, passiivisuus, ohjelmoitava tai edellämäinittujen yhdistelmä)
6. tietokone (tai oikeammin ehkä keinoälyn tuleminen, jolla kaikki edellämäinittu komponentit yhdistetään)
7. raketti- tai suihkuturbiini (moottorin ominaisuudet, nopeus, kantomatkä, käytettävä polttoaine).

²⁵ Lähteissä ei ole mainintaa, pystyykö toinen kone osoittamaan maalia toisen pudottaessa itse pommin. Todennäköisesti tämä on mahdollista.

Jokaisella pommilla tai pommityypillä on rajoitukset, millä nopeudella ja miltä korkeudelta pommi on pudotettavissa. Rajoitukset tulevat aerodynamiikasta, varmistuksista, sirpaleiden vaikutusetäisyydestä suhteessa koneen nopeuteen ja korkeuteen, pommin tarpeesta osumanopeuteen tai jostain vastaavasta syystä. Tässä tutkielmassa ei noihin tekijöihin paneuduttu, vaikka näyttää siltä, että noissa tekijöissä olisi ollut jonkin verran pohdittavaa ja kehityskaaren kannalta myös seurattavaa.

Venäjä ei vaikuta kehittäneen itse tekniikkaa laajasti tarkasteltuna. Yksittäiset eroavaisuudet eivät sinänsä johdu uudesta tai erilaisesta tekniikasta, vaan sen käyttöperiaatteen toisenlaisesta ajattelumallista. Osa pommeista vaikuttaa olevan liiankin selvästi kopioita tai liian samanoloisia yhdysvaltalaisiin vastaaviin aikaisemmin kehitettyihin järjestelmiin.

Hakupäiden kehitys on ollut vasta 1990-luvun lopulta sen suuntainen, kuin Yhdysvalloissa oli jo 1980-luvulla. Venäjällä on 2000-luvulla kehitetty monitoimiset hakupäät ja kehitetty satelliittipaikannuskykyä. TERCOM kykyä kehitettiin Yhdysvalloissa jo 1980-luvulla. Venäjä tuli tässä jälkijunassa vasta 1990-luvulla.

Rakettien kehittäminen on kaksijakoista. Toisaalta raketit ovat erinomainen ja ehkä halpakin ase, esimerkiksi lähitulitukitehtävissä hitaiden helikoptereiden suorittamissa rynnäköissä. Toisaalta näiden kehittäminen on olematonta. Raketin kokoa voidaan toki, tiettyjen luonnonlakien rajoissa, muuttaa suuremmaksi ja pienemmäksi, kauemmaksi ja lähemmäksi vaikuttaviin. Perusperiaatteeltaan raketti ei ole muuttunut miksiäkään vuosikymmenien saatossa. Mikäli raketin ominaisuuksiin lisätään ohjautuvuutta keinoälyllä, tulee siitä helposti ohjus, jolloin se ei ole enää rakettiasie. Rakettien käyttötarve nykyisellään on kehityskaarensa päässä, eikä raketilla vaikuta olevan kehittyvää suuntausta. Olemassaolo on kuitenkin vielä vahva ja käyttökohteita löytyy, joten itse aseena raketti tullee säilymään vielä pitkään. Voi olla että UAV-laitteisiin tullaan jossain vaiheessa rakettiasetta kokeilemaan, mutta nykymuotoisen taistelukentän olosuhteisiin tämä on ainakin vielä visio.

Ohjuksissa hakupään ja ohjausyksikön ominaisuuksien monimuotoisuus on alkuperäisestä, tai alkeellisimmasta, radiolinkin kautta ohjattavasta tv-hakupäästä, kehittynyt ennalta ohjelmoituksi, yhdellä tai useammalla hakumetodilla varustetuksi ohjukseksi. Hakupään lisäksi ohjuksella voi olla etukäteen ohjelmoitu piste (inertia- tai satelliittinavigointi), tämän lisäksi ohjus kykenee väistelemään uhkaksi koettuja kohteita itsenäisesti. Ampujan kannalta uusimmat ohjukset ovat ”ammu ja unohda” -periaatteella toimivia. Ohjuksista on tullut ”älykkäitä” -varhaisimmat ohjukset olivat biologisesti ilmaistuna enemmän ”vaistonvaraisia”.

Risteilyohjusten kehityksessä on Venäjä hieman Yhdysvaltoja edellä. Yksittäinen komponentti, hakupää, on sellainen, missä Venäjä on vasta nyt pääsemässä Yhdysvaltojen veroiseksi. Muilla ominaisuuksilla on Venäjä enemmän edelläkävijä tai omanlaisensa ”pioneeri” suhteessa verrokkiinsa. Tämän vuoksi Yhdysvalloilla lienee jonkinlainen tarve rajoittaa näitä itselleen vaarallisimpia asejärjestelmiä [9]. Ominaisuuksista matalalento on Venäjän risteilyohjusten kehityksen heikkous. Vastaavasti korkealla ja nopeasti lentävä ohjus on Yhdysvalloille toistaiseksi kehittymätön asia.

4.2 Johtopäätöksiä nykyisyyden ja tulevaisuuden näkökulmasta pintapuolisesti tarkasteltuna

Tässä alaluvussa käsitellään Venäjän ilmasta-maahan aseiden osajärjestelmien kehitysnäkymiä nykyajan valossa ja näkökulmasta. Tarkastelu on jaettu osajärjestelmiin ja niitä käsitellään karkean pintapuolisesti sellaisten kriteerien kautta, jotka ovat nähtävissä julkisten lähteiden kautta.

Tarkastelut ovat jaettu osiin:

- lentolavetteihin: miehitetyt ja miehittämättömät
- itse aseisiin, jotka edelleen jaettuna komponentteihin.

Yleisesti tarkasteltuna Venäjän asearsenaalin laajuus on suuri. Lähes kaikkia asejärjestelmiä on useita modifikaatioversioita, erilaisia versioita samasta asejärjestelmästä ja samaan tarkoitukseen on useita erilaisia, eri tehoisia asejärjestelmiä (luku 3.6). Kirjo on niin valtaisa, että kaiken tuon hallitseminen asejärjestelmä tasalla on jo hankalaa. Tästä kirjosta olisi syytä päästä eroon ja keskittyä muutamiin tärkeisiin järjestelmäkokonaisuuksiin. On varsin oletettavaa, että tuosta kirjosta halutaan eroon - lähitulevaisuudessa.

4.2.1 Lentolavettijärjestelmät: miehitetyt laitteet Venäjällä nykykehityksessä

Otetaan esimerkiksi uusimpiin lentokoneisiin Venäjällä kuuluva SU-35. SU-35BM-koneeseen on suunniteltu seuraavia ilmasta-maahan aseita:

- PJ-10 Брамос (meritorjuntaohjus, eng. Brahmos)
- X-59MK (meritorjuntaohjus)
- X-31PK (tutkaan hakeutuva ohjus)
- X-65 (hakeutuva bunkkerin tuhoajaohjus)
- KAB-500S, KAB-1500LG ja LGB-250 ohjautuvat yleispommit.

Koneen aseistuksessa ei ole huomioitu ilmataisteluhjuksia, joita voitaisiin erikseen tarkastella. Muuten koneen aseistus painottuu ohjustyyppiseen aseratkaisuun, vaikka vapaasti putoavat rautapommit eivät ole poistuneet arsenaalista vielä 2010-luvullakaan. [27]

10–15 vuoden kuluessa vaikuttaa lentolavettikehitys Venäjällä menevän suuntaan, jossa käytössä on 1 – 2 monitoimihävittäjää (PAK FA / T-50²⁶) tai vastaavaa rynnäkkökonetta²⁷ (SU-34) sekä 1 pommikonetyyppi (PAK DA / Tupolev-60 [10]) noin 20 vuoden kuluttua. Taloudellisten resurssien ja teknologisten rajoitusten vuoksi eivät lentolavetin kehitysnäkymät ole tällä hetkellä kovinkaan ruusuiset. PAK FA -koneen kehitys on ollut pitkässä juoksussa. Julkisista lähteistä on jäänyt käsitys, että kone on valmistettu lentämään, vaikkei esimerkiksi koneeseen suunniteltu ja tarkoitettu moottori ole vielä valmiisiin koelentoihin. Sukupolvimerkinnäksi tämä PAK FA saanee viidennen (V-sukupolvi), vaikka vielä pari vuotta sitten samaiset lähteet arvioivat tulevan koneen olevan vain neljännen sukupolven kehittyneempi kone (IV-sukupolvi, + tai ++ merkinnällä). Vertailun vuoksi Yhdysvaltain F-22 Raptor on lähtökohtaisesti V-sukupolven kone. Ulkoisilta puitteiltaan T-50 muistuttaa F-22:ta.

Toistaiseksi tarkastellut julkiset lähteet eivät anna tietoa siitä, millaista monitoimikykyaseistusta PAK FA:lle on suunniteltu. Aseistukseksi, tykkiaseen lisäksi, antavat useat lähteet vain ilmataisteluhjuksia. [28]

²⁶ Lukijan ei kannata sekoittaa T-50 kevyttä taistelupanssarivaunua ja T-50 Golden Eagle V-sukupolven harjoitushävittäjään (Lockheed Martin).

²⁷ Vanhakantaisesti ilmaistuna maataistelukone.

Eräissä lähteissä [29] PAK FA -monitoimihävittäjän esittelyyn oli liitetty kuvatiedostoja, joiden perusteella monitoimihävittäjään ainakin tässä vaiheessa suunnitellaan käytettäväksi:

- X-31PK-ohjusta
- X-58UTsKE-ohjusta, jotakin versiota
- SS-N-30 / 3M-14AE-ohjusta
- 3M-54AE-meritorjuntaohjusta.

Voidaan kuitenkin perustellusti olettaa, että PAK FA:n asearsenaaliin tulee kuulumaan vähintään samat aseet kuin SU-35:een edellyttäen että PAK FA:lla on myös ulkoiset aseripustimet.

PAK FA:ssa (T-50) on pommikuilut koneen sisällä. [29] Tämä rajoittaa ohjusten ja pommien ulkoisia mittoja, jotka eivät voi kasvaa aseiden tarpeiden mukaan, vaan aseistuksen pitää olla suunniteltu konetta varten. Tämä rajoittaa myös koneen käytettävyyttä tehtäviin, joissa tarvitaan epäsovivaa asejärjestelmää. Oletusarvona on, ettei Venäjä suunnittele ja rakenna uutta asejärjestelmää konetta varten.

Pommikonerunkoisen koneen kehitys on annettu Tupoleville työnimellä PAK DA (mahdollisesti T-60S) [10]. Koneesta ei ole tietoja juurikaan tuon enempää. Aika tulee näyttämään, miten nämä koneet saadaan paperilta prototyypeiksi ja lopulta sarjatuotantoon. [23] Voidaan arvioida, että pommikoneen kehittämiseen menee vähintään 10 vuotta, todennäköisemmin käyttöönotto venynee vuosille 2025 - 2030.

Niin pitkälle tulevaisuuteen ei tässä tutkimuksessa katsota, tuleeko laser [10] (suunnitelma A-60) tai jokin vastaava LOS (Line-Of-Sight) -asejärjestelmä esittämään joskus roolia Venäjän ilmasta-maahan kyvyn kehityksessä. Yhdysvallat on kehittänyt tätä asetta, torjumaan manner-ten välisiä ohjuksia, jo prototyyppiasteelle: miksi käyttötarkoitus ei voisi olla myös maakoh-teisiin?

4.2.2 Lentolavettijärjestelmät: miehittämättömät lentolaitteet Venäjällä pintapuolisesti tarkasteltuna

UAV-laitteet ovat pääsääntöisesti keveitä, eikä niillä ole monitoimihävittäjien kaltaista kykyä kantaa painolastia. UAV:t voidaan varustaa aseistuksella. Yleisesti ottaen tämä aseistus on ilmasta-maahan vaikuttavia ohjuksia. Tällaisten ohjusten tulee olla tarkkoja, etäohjattavia tai älykkäitä, nopeasti maalin liikkeisiin reagoivia ja kohtuullisen pienellä taistelukärjellä varustettuja. Ohjuksen massasta selvä enemmistö on elektroniikkaa, todennäköisesti moottori vie

vaikuttavaa taistelukärkeä enemmän massatilaa. Tässä valossa räjähteiden osuus asejärjestelmästä pienenee keinoälyn korvautessa vaikuttavuutta. Toisaalta juuri parantuneiden haakuominaisuuksien ansiosta vähenee massiivisten räjähteiden tarve olennaisesti. Tämä suuntaus näkyy myös muissa asejärjestelmissä. [27]

Vaikutettaessa ilmasta-maahan, käytetään lännessä UAV-laitteita jo aselavetteina [30]. UAV:n kehitys on Venäjällä selvästi jäljessä länsimaista kehitystä. Jälkeen Venäjä on jäänyt osin taloudellisten resurssien, osin teknologian heikkouden vuoksi. Venäjällä on useita kehitysprojekteja, mutta omaa merkittävää UAV-teollisuutta ei oikeastaan voida katsoa vielä olevan. Kehitteillä Venäjällä on sekä potkuriturbiinilla että suihkumoottorilla varustettuja laitteita.

Ominaisuuksiensa puolesta, UAV:ssä käytettävän ohjuksen pitäisi olla älykäs, kaukokäyttöinen ja vähäisellä ulkoisella vaikutuksella (ohjauksella) maaliin hakeutuva. Sen lisäksi asettavat ulkoiset mitat, erityisesti paino, rajoitteita. Venäjällä ei tällä hetkellä taida olla yhtään UAV:n ohjuksiksi sellaisenaan sopivaa ohjusta, vaikka jossain määrin voitaneen rajoitetusti uusimpia PST-ohjuksia sellaisina pitää.

UAV:n kehitys on eräs selkeästi seurattava kehityslinja. Jos tällä saralla tapahtuu kehitystä, on syytä katsoa, millaisilla kuormilla UAV toimii ja millaisia toimintasäteitä ilmoitetaan. Ensimmäiset UAV:t toimivat valvontalaitteina, kunnes kuorman kantokyky kasvoi kauko-ohjauskykyineen sellaiseksi, että aseistusta voitiin käyttää kaukokäyttöisesti.

4.2.3 Asejärjestelmien pintapuolinen tarkastelu

Asejärjestelmistä voidaan erottaa seuraavat komponentit:

- taistelukärki
- hakupää
- moottori (myös polttoaine)
- ohjausyksikkö
- järjestelmäyksikkö (edellyttäen, että asejärjestelmä integroidaan kokonaisuudeksi).

Järjestelmäyksikköä (tai vastaavaa) ei mitenkään erityisesti julkisten lähteiden perusteella mainosteta olevan, mutta kehitys tulee tällaisen joka tapauksessa jossain vaiheessa tuomaan - varsinkin, kun modulaarisista aseista jo puhutaan (vrt. Abrams taistelupanssarivaunu, jonka

kaikki järjestelmät ovat integroituja). Modulaarisuus edellyttää pitkälle vietyä integrointia, joka onnistuu vain keskitetyn keinoälyn kautta. Järjestelmäyksikkö on siis yksi kehitettävä komponentti ja sellaisenaan joko tutkittava tai seurattava osa-alue asejärjestelmä kehityksessä. Tällainen komponentti pyritään pitämään mahdollisimman paljon salassa yleisön kiinnostukselta.

Kun kyseessä on ohjus-tyyppinen asejärjestelmä, voidaan ohjuksesta tehdä monipuolinen laukaistusalueen suhteen: Club-perheen ohjusta on kehitetty jo sukellusveneeseen että laiva-alueen ja viitteitä on siitä, että samaa ohjusta tullaan kehittämään myös ilma-alueesta ammuttavaksi. Brahmos-ohjus on jo lavettiriippumaton eli sitä voidaan laukaista ilmasta, maalta tai mereltä eri lavettityypeiltä [31].

Venäläiset risteilyohjukset käyttävät hyväkseen, valvontaa ja vastatoimia väistääkseen, korkeaa korkeutta ja nopeutta. Vastaavasti Yhdysvallat käyttää risteilyohjuksilla erittäin matalaa lentokorkeutta ja matalaa nopeutta. Voi olla mahdollista, että Venäjällä lähitulevaisuudessa panostetaan juuri matalalento-ominaisuuksiin.

4.2.3.1 Taistelukärjestä

Taistelukärkien kehitys on lähtenyt liikkeelle painevaikutteisista sirpalevaikutteisiin. Myöhemmin ovat tulleet mukaan suunnattuun vaikutukseen perustuvat ja edelleen monitoimitaistelukärjet (esimerkiksi ilmataisteluohjuksissa on sekä läpäisyyn että sirpalevaikutukseen perustuvia taistelukärkiä).

Ilmasta-maahan puolella on kehitys johtanut, enemmän tai vähemmän, täsmävaikutushakuisuuteen. Uusimpina pommityypeinä ovat tarkat monitoimihakuiset, ilmapuolustusta lamauttavat, passiivisesti hakeutuvat pommit, joiden teho perustuu tarkkuuden ja sirpaletehon yhteisvaikutukseen. Lännessä ovat kehitykseen tulleet mukaan syvälle tunkeutuvat paine- ja iskutehoon perustuvat tarkat täsmäpommit, joiden maaleina ovat vahvasti linnoitetut johtamis- tai johtamisjärjestelmäpaikat. Venäjä on tässä kehityslinjassa nykyään mukana.

Tykkiaseiden taistelukärjestä uusimpina käyttöönotettuina kehityslinjoina voidaan oikeastaan pitää köyhdytetystä uraanista tehdyt ammuksiset. Verrattuna perinteisempiin ammuksiin, on raskaalla aineella varustetuilla ammuksilla poikkeavan hyvä läpäisykyky panssaroituihin tai

paksulla betonilla varustettuihin kohteisiin. Sinänsä ammus itsessään ei ole kehittynyt, mutta sen tehokkuutta läpäisykyvyssä on kyetty kasvattamaan merkittävästi.

Uuden teknologian mielessä ei itse taistelukärjelle voida sanoa tapahtuneen kehitystä. Vanhoja keksintöjä on paranneltu, mutta mitään uutta ja poikkeavaa ei viime vuosikymmeninä ole juuri tullut.

4.2.3.2 Hakupäistä

Hakupäätekniikassa on tapahtunut kehittymistä viimeisimpinä vuosina. Hakupäät ovat tarkkuusmittausten (CEP-osumatarkkuus) perusteella parantuneet. Tämä osittain johtuu parantuneesta prosessointitekniikasta, osittain hakupäissä käytettyjen materiaalien parantuneesta laadusta. Uusimpina tekniikoina hakupäihin ovat tulleet monihakupäät: esimerkiksi TV- ja IP-hakupäät. Monihakuisuus on uusimpia kehitysulottuvuuksia. Missään mielessä ei voida kuitenkaan puhua uudesta innovaatiosta, kyseessä on vanhojen keksintöjen yhdistämistä toisiinsa. Hakupäiden liittäminen yhteen on toteutettu yhden keinoäly-yksikön kautta, joka automaattisesti optimoi hakupäiden ominaisuudet valitakseen näistä käyttöönsä, aseiden aktivoituessa, kulloinkin parhaimman hakumetodin. Ase voidaan ohjelmoida käyttämään jotain hakumetodia esimerkiksi niin, että ohjus hakeutuu maalialueelle, joko paikannuslaitteella tai maastontunnistuksella, etsiäkseen maalin joko passiivisella tai aktiivisella tutkalla. Useimmiten nämä monihakuiset asejärjestelmät ovat kaukovaikutteisia ohjuksia.

Uusimpiin hakutoimintoihin hakupäätekniikassa kuuluu maastontunnistus, joka ei ole uusi keksintö, mutta joka on mahdollistettu tietoteknisellä kehityksellä. Nykyään muisti ja prosessointivoimaan tarvittavat osat mahtuvat jo pienimpiinkin ohjuksiin tai pommeihin sekä raketteihin.

Vanhimpiin jalkautumattomiin hakupäätekniikoihin kuuluvat UV-hakupäät. Näitä UV-aluetta hyväksikäyttäviä laitteita on kokeiltu jo 1970-luvulla: ainakin neuvostoliittolaisena sovelluksena valvontasatelliiteissa, osana ohjustorjuntajärjestelmää, tosin heikolla menestyksellä [32]. Näin ollen jäi kehitys todennäköisesti silloisen tekniikan heikkouksien vuoksi jatkamatta. Teoriassa tämä on ideana hyvä [33].

Hakupäät vaikuttavat kehittyvän, yksitoimisuutta enemmän, monitoimisuuteen. Uusien hakupäätoimintojen kehittyminen näyttää tällä hetkellä olevan vähäistä, mutta tilanne voi muuttua pelkästään prosessointivoiman paranemisen myötä. Ei voida poissulkea mahdollista ajatusta

täysin uudesta keksinnöstä, mutta sitä voidaan pitää harvinaisena ilmiönä. Seurattavana kehityslinjana voidaan tätä kuitenkin pitää.

Monihakupäiden kehityksessä vaikuttaa Venäjä tällä hetkellä olevan arviolta noin 15 - 20 vuotta Yhdysvaltoja jäljessä. Satelliittipaikannuksessa ollaan myös jäljessä, sillä GLONASS-järjestelmä oli käytännössä katsottuna poissa käytöstä noin 10 vuoden ajan. Tänä aikana ei kehitystä ja kokeilua ole voinut riittävässä määrin tapahtua - ei ainakaan samassa suhteessa kuin Yhdysvalloissa.

Moniaaltohakupää eli hakupää laajemmalla spektrinhavainnointikyvyllä, on Yhdysvalloissa todennäköisesti jo kehitteillä. Venäjällä ei kehitys ole vielä alkanut.

4.2.3.3 Moottoreista ja polttoaineista

Avaruuskilpailussa ja mannertenvälistenohjusten kehittelyssä nousi esiin erääksi merkittäväksi seikaksi, polttoaineiden kehittäminen. Ensimmäiset rakettimoottorit kaikkialla maailmassa olivat ruutirakettimoottoreita. Näitä käytetään aseissa vieläkin. Ruutirakettimoottorit eivät sovellu kaikkiin sovelluksiin parhaimmalla mahdollisella tavalla, joten kehitys johti tutkimaan kaasuja ja nestemäisiä ratkaisuja (tai näiden yhdistelmiä) sekä kehittämään rinnalla parempia ruuteja.

Avaruuskilpailusta on jossain määrin vedettävissä tiettyjä johtopäätöksiä muuhunkin tekniseen kehitykseen. Ehkä selvin ja merkittävin kehitys on tapahtunut moottoreiden ja polttoaineiden kehityksessä. Moottoreissa on tapahtunut muutoksia polttojärjestelmien ja pakoaukkojen muotoilussa. Polttoaineissa on kehitys muuttanut kaasut ja kiinteät polttoaineet nestemäisiin. Kiinteissä polttoaineissa on heikkoutena aineen laadun heikkeneminen ajan kuluessa. Nestemäinen polttoaine voidaan tehdä ja ladata vain hetkiä ennen laukaisua. Tämä toimii hyvin avaruusrakeissa, aseissa lataamisen pitää tapahtua ennen lavetin aseistamista. Polttoaine tankattuna ase pitää käyttää, sillä tyhjentäminen ja seoksen osien eriyttäminen ei enää onnistu. Lisäksi voidaan nestemäiset polttoaineet varastoida heikosti toksisissa olomuodoissa ja sekoittaa polttoaineeksi (yleensä voimakkaasti toksinen) vain joitain hetkiä ennen tarvetta, laukaisua. Nestemäiset polttoaineet ovat yleensä herkempiä syttymään, joten tämä vaikuttaa omalla tavallaan käytettävyyteen. Kaasunkäytön haittana on nopea kulutus suhteessa aikaan, joten kaasumoottorit ovat huonoja. Nestemäinen tai kiinteä polttoaine ovat selvästi parempia. Yleisesti näistä valitaan aseisiin kiinteä polttoaineinen moottori tai ruutirakettimoottori.

Muita käytössä olevia moottorityyppejä ovat potkuri- ja suihkuturbiinit. Yleisesti ottaen kaikki nämä ovat alisoonisia (< 1 Mach) hitaasti lentävien laitteiden moottoreita. Vastaavasti rakettimoottorilla varustetut laitteet ovat yleensä ylisoonisia (> 1 Mach) laitteita.

Moottoreiden ja polttoaineiden kehityksen seuraaminen on jokseenkin aliarvostettua. Näiden kehityksen seuraaminen olisi mielekästä, sillä moottoreiden ominaisuuksilla on merkitystä hyötykuorman määrään ja ulottuvuuteen: verrattaessa vaikka hakupäiden kehitykseen, jossa jonkin uuden innovaation kehittäminen leviää nopeasti asiantuntijapiireissä ja edelleen julkisten lähteiden kautta, jopa uutiskynnyksen ylittäen. Vastaavasti hyvin harvoissa julkisissa lähteissä käsitellään moottorin ja polttoaineen kehitystä tai parannuksia. Ketäpä kiinnostaisi tietää, että esimerkiksi Kazakstan on kieltänyt Venäjää laukaisemasta tiettyjä rakettityyppejä Bajkonurista raketissa käytettävän myrkyllisen polttoaineen vuoksi [32]?

Ohjusten, erityisesti risteilyohjusten, moottorit voivat olla kaksitoimisia: ensimmäinen vaihe on raketti, jolla ohjus lähtökiihtyvyyden kautta saa itselleen matkanopeuden. Matkanopeus ylläpidetään suihkumoottorilla. Tällainen ratkaisu on järkevä, koska rakettimoottori antaa laitteelle nopeasti tarvittavan liike-energian ja suihkumoottori on taloudellisempi rakettimoottoriin nähden.

Venäläisten ohjusten moottoriratkaisuissa ollaan nyt noin 5 Mach:n nopeusalueella. Voidaan arvioida, että nopeudet tulevat tästä jonkin verran kasvamaan. Suuri nopeus auttaa väistämään valvontajärjestelmät ja heikentää merkittävästi kaikkien torjunta-aseiden käytettävyyttä erittäin nopeata kohdetta vastaan. Tämä on ollut venäläisen ohjusaseen vahvuus ja tulee vahvuutena myös säilymään.

4.2.3.4 Ohjausjärjestelmä

Ohjausjärjestelmään kuuluvat keinoäly ja ohjausvälineet, yleensä siivet tai siivekkeet. Keinoäly ei ole järjestelmänä käytännössä muuttunut mihinkään: se ohjaa laitteen ohjaukseen tarkoitettua osia (ohjaussiivekkeitä tai -moottoreita). Muisti- ja prosessointikapasiteetin kasvaessa, on ohjausyksikkö yhdistettynä hakupäähän kehittynyt manööveri- ja hakeutumiskykyiseksi. Tämä on mahdollistanut rakettien ja ohjusten passiivisen hakeutumiskyvyn ennalta määritettyyn pisteeseen (ennakkopiste), kohteen muuttumisen kesken laitteen lennon, liikkuvan kohteen seurannan hakeutumisineen ja vastatoimien väistämisen.

Siipien ja siivekkeiden materiaali ja muotoilu mahdollistavat korkeat nopeudet, suunnan muutokset ja vapaasti pudotettavia yleispommeja huomattavasti paremman osumatarkkuuden.

4.2.3.5 Järjestelmäyksikkö

Modulaarisuuden mahdollistavalla järjestelmäyksiköllä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa minkä tahansa osakomponentin yhdeksi toimivaksi kokonaisuudeksi integroivaa keinoäly-yksikköä. Tällainen yksikkö on tarkoitettu liittämään minkä tahansa tyyppinen tai tyyppiset hakupäät, taistelukärki, ohjausyksikkö ja moottori yhdeksi toimivaksi ohjukseksi. Tässä mielessä puhutaan ohjuksesta, koska raketti tai tykki, vapaasti pudotettava pommi tai liitopommi, eivät tarvitse järjestelmäyksikön kaltaista osaa. Edellämainitut asejärjestelmät ovat jo integroituja omaksi luokitelluksi kokonaisuudekseen.

Järjestelmäyksikkö on käytännössä mahdollista tehdä. Toinen kysymys, onko se järkevää? Ainakaan toistaiseksi ei ole sellaisia modulaarisia osakomponentteja, että järjestelmäyksikön kaltaista osaa tarvittaisiin. Mitä seuraavat 10 vuotta tuovat tullessaan on tulevaisuuden arvioitavissa. Voidaan kuitenkin arvioida, että kehitys tulee tähän suuntaan menemään.

Järjestelmäyksikkö lisäisi ohjuksen massaa rajoitetusti, mutta se mahdollistaisi äärellisestä määrästä osakomponentteja, kulloinkin sopivaksi teholtaan ja toiminnoiltaan katsotun kootun ohjuksen rakentamisen valmisteluineen tukikohdassa vain joitakin hetkiä ennen operaatiota. Järjestelmäyksikön kehittäminen on tulevaisuutta ja sitä tarvitaan vain, jos modulaarisuus koetaan käytännölliseksi. Tällä hetkellä haasteita järjestelmäyksikölle ovat järjestelmäyksikön ohjelmointi, osakomponenttien kehittäminen modulaarisiksi sekä kehitettävien osakomponenttien valinnan ja lopulta valmisteluvaiheen toteuttaminen (alkaen operaatio suunnittelusta, aseiden valinnasta ja aseiden komponenttien kokoamiseen ohjukseksi ja lentolavetin aseistaminen) minimoiden valmisteluun käytettävä aika.

	Hakupää	Sytytin	Taistelupanos	Ohjausyksikkö	Ohjaussiivet	Polttoaine	Suihkumoottori	Rakettimoottori	Painotettu KA	SUM	KA
Yhdysvallat	1	2	0	1	0	1	1	1	7	0,88	0,90
Venäjä	2	1	0	1	0	1	2	1	8	1,00	1,40
Painokerroin	50 %	5 %	10 %	15 %	5 %	5 %	5 %	5 %			

Taulukko 10²⁸ Yksinkertainen vertailuanalyysitaulukko kehitystoiminnasta julkisten lähteiden perusteella.

Taulukossa 10 on analysoitu hyvin yksinkertaisella arvotuksella tämänhetkinen kehittyminen Yhdysvallat-Venäjä -vertailussa. Liitteessä 3 on tarkemmin taulukon 10 perusteet ja laskenta-arvojen kriteerit.

Tämän perusteella on Venäjä ottamassa Yhdysvaltoja kehityksessä kiinni - tai kuromassa etumatkaa umpeen. Venäjän ei panosta samoihin asioihin kuin Yhdysvallat. Summa- ja keskiarvotuloksilla arvoitettuna on Venäjä Yhdysvaltoja nopeammassa kehitystilassa. Painokerrotoimella tuodaan karkeasti esille asejärjestelmän kehityksessä painottuvia tekijöitä, joista Venäjän kehitystarve ja panostus tulevat selvästi esille. Taulukko 10 on yksinkertaistettu malli, jonka lukuarvot on valittu erikseen perusteltuna. Tuloksena summa kertoo sen, miten paljon panostusta on olemassa annettujen kriteerien valossa. Keskiarvo vahvistaa summatulosta sekä antaa lähtöarvon kehityssuuntaa arvioitaessa. Painotettu keskiarvo on kehityksen kulmakerroin. Tämä, annettujen ja painotettujen kriteerien valossa, antaa tulokseksi sen, että panostus kehitystyöhön Venäjällä on tällä hetkellä julkisten lähteiden ja arvoitettujen lukujen valossa Yhdysvaltoja jyrkempi. Nämä käytetyt luvut eivät kerro lähtötasoa tai lopputilaa. Ne kuvaavat tämän hetken kehityskaaren tilan, joka on Venäjällä selvästi positiivinen ja vertailukohdetta voimakkaammin kasvava.

Venäjältä puuttuu samanlainen potentiaali kehittää asejärjestelmiä kuin mitä Yhdysvalloilla on. Kyse on puhtaasti taloudellisista resursseista. Toisella mittarilla, aivoresursseilla mitattuna, Venäjä ei ole heikoilla. Tämän voimavaran käyttö vain vaatii myös taloudellisia resursseja. 90-luvun lama ja samanaikaisesti Neuvostoliiton hajoaminen vei kehitysmahdollisuudet Venäjältä todella heikoiksi. Kuten GLONASS, niin monet muutkin kehitettävät ja ylläpidettävät järjestelmät menivät hajoamisen seurauksena heikkoon tilaan. Mitattuna avaruusajan kriteerein, tässä tapauksessa vaikka GLONASS-järjestelmän tilan, Venäjän tila seisautui, heikentyi, kunnes 2000-luvun merkittävä nousukausi aikaansai huomion arvoisen kehitysmahdolli-

²⁸ 0 = ei kehity, 1 = kehittyy hitaasti, 2 = kehittyy voimakkaasti. Vihreällä on korostettu parempaa arvoa ja keltaisella heikompaa arvoa. Liitteessä 3 tarkemmin selitettynä.

suuden. Nyt tilanne on toinen. Lähtökohta tulevaisuuteen on kohtuullisen vakaa, vaikka Venäjä itsessään on edelleen korruption vaivaama yhteiskunta, joka edelleen tuottaa monia asioita vain tuottaakseen monia asioita [18].

Vaikuttaa siltä, että Venäjänä on monessa asiassa pysyvästi länsimaista kehitystä jäljessä. Näin on myös asejärjestelmien suhteen. Lähtökohtaisesti vaikuttaa siltä, että Venäjänä on keinoälytekniikassa jopa 20 vuotta Yhdysvaltoja jäljessä. Mutta kuten taulukon 10 ja liitteen 3 perusteella voidaan todeta, Venäjä on kuromassa välimatkaa kiinni. Teknisinä sovelluksina voidaan väittää, että Venäjä kykenee kehittämään vastaavia tuotteita kuin Yhdysvallat ja on selvästi kakkonen maailman markkinoilla kun aseteknologiasta puhutaan - vielä. Kehittymisen Yhdysvaltain veroiseksi ei ole lähivuosien asia ja mahdollista on, ettei koskaan. Mutta merkittävää panostusta Venäjä tällä alueella tekee.

Perusteknisissä sotilaallisissa ratkaisuissa Venäjällä on persoonallisiakin ratkaisuja, näin voidaan todeta. Totaalinen plagioija Venäjä ei ole mutta kuten jo todettua on, ei tämän hetken resurssit aivan kaikkea mahdollista. On hyvinkin mahdollista, että Venäjä kehittää omaa asearsenaaliaan merkittävän paljon nykyaikaisempaan suuntaan kunhan voittavat ensin perustuotantotaloudelliset tasot. Mitä samaan aikaan Yhdysvallat tekee, on toinen asia. Voidaan kuitenkin todeta, että Yhdysvaltain tekninen osaaminen ja teollinen potentiaali ovat vaikeasti saavutettavissa lähes kaikilla mittareilla.

4.3 Kehitystila kokonaisuutena

Ollakseen asejärjestelmä, tulee sen sisältää vähintään yksi ase osakomponentti. Useista komponenteista koostuu lopulta järjestelmä. Tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, mitä kehittyi. Tässä luvussa kerätään näitä asioita kokonaisuudeksi. Asejärjestelmässä tässä tutkimustyössä katsotaan olevan seuraavat ominaisuudet: taistelukärki, ohjausyksikkö, moottori ja hakupää.

Taistelukärki näyttää kehittyvän hitaasti tai ei lainkaan. Kehitys on enemmän vanhempien innovaatioiden uudelleen käyttöä uudella tavalla. Uutta ei juuri vaikuta olevan. Pitää muistaa, että pelkkä taistelukärki sellaisenaan on jo asejärjestelmä - yleispommi, ilman ohjautuvuutta tai muuta lisäominaisuutta. Taistelukärjen ominaisuuksiin on tullut eniten lisä- tai uusia ominaisuuksia. Tunkemapommit tarvitsevat toimiakseen oikein jotain sellaista, mitä ei aiemmin ollut; hidasteisuus tai viivästeisyys toimintavarmuuden kärsimättä.

Ohjausyksikkö vaikuttaa kehittyvän. Tämä kuitenkin sillä raja-arvolla, että nykyistä suorituskkyä kasvatetaan muistin ja prosessointitehon suhteen. Tämä vaikuttaa ohjauksen tarkkuuteen, ohjausliikkeiden monimutkaisuuteen (väistöliikehdintä) ja parempaan CEP-tarkkuuteen yhdessä hakupään kanssa. Ohjausyksikkö ei voi olla yksittäisenä osana asejärjestelmä.

Moottorit vaikuttavat kehittyvän hitaasti. Kehityksen pitää tapahtua käsi kädessä polttoaineiden kehityksen myötä. Moottoreissa on useita tyyppejä ja nopeus vaihtelee eri moottorityyppien kesken. Moottori ei myöskään voi yksinään olla asejärjestelmä. Moottori on tosin välttämätön jos halutaan asejärjestelmän teho viedä kauas laukaisupisteestä.

Hakupää kehittyy voimakkaitten. Hakupäällä haetaan tarkkaa osumaa ja osumisen kautta epäsuorasti parempaa tehoa kohteessa. Kehityksessä ei tällä hetkellä vaikuta olevan uutta mutta vanhempia sovelluksia kehitetään tehokkaammiksi ja paremmiksi, näitä yhdistellään eritaivoin, jotta asejärjestelmän käytettävyys parantuisi eri tarkoituksiin.

Asejärjestelmänä yleispommi on vanhin ja edelleen käytössä. Sen kehityskaari vaikuttaa olevan laskuvoittoinen. Käyttökelvoton tästä osasta ei tule niin kauan kuin vaikutus kohteessa perustuu jonkinlaiseen räjähdysvoimaan. Jos verrataan luotiin, niin sen teho perustuu ainoastaan osumiseen ja osuman aiheuttamiin kerrannaisvaikutuksiin kudoksissa tai rakenteissa. Luotikin on kehitys- ja tutkimustyön alla edelleen - ballistiset ominaisuudet ovat merkityksellisiä. Kaukovaikutteisuus on merkittävä seikka myös perusluodilla tai -ammuksella [34].

Tukijärjestelmät monimutkaistuvat asejärjestelmien tarvitseman lähtökohtainformaation (syötteiden) vuoksi. Tukijärjestelmien on kehityttävä asejärjestelmien rinnalla täyttääkseen perusvaatimukset. Tämä tutkimustyö ei näihin tämän tarkemmin paneudu.

Lavettijärjestelmissä on omat rajoitteensa, esimerkiksi kantokyky tai tilavuus, jotka rajoittavat itse aseiden ominaisuuksia lavettien rajoitusten mukaan. Lavetit ovat kehittymässä monitoimiseksi, joka edellyttää kehittymistä synkronoidusti aseiden kanssa. Monipuolisuus lisää vaatimuksia aseille ja samanaikaisesti määrällisestä monipuolisuudesta tulisi luopua - pelkästään jo logistisista syistä. Lavettijärjestelmät ovat kehitystilassa ja uusia järjestelmiä on parhaillaan kehitystyön alla sekä lännessä että idässä. Vuosikymmenen sisällä on edessä siirtyminen uuden sukupolven järjestelmiin. Ainakin näin on tavoitetilassa-asettelun perusteella.

Olisiko parantuneen osumatarkkuuden ansiosta joskus mahdollista luopua taistelukärjestä? Tuskin, sillä suojautumiskeinot voittaisivat tällöin kilpailun tuhovaikutus-suojavaikutus - kilpailussa. Tällöin itse ase olisi myös turha; sovellettuna muuhun käyttöön mahdollisesti käyttökelpoinen.

Vaikuttaa siltä, että tarkempi osumatarkkuus tehonkin kustannuksella on tällä hetkellä se, mihin panostetaan kokonaisvaltaisesti - sekä idässä että lännessä. Tässä vertailussa pitää kuitenkin muistaa se, että Yhdysvallat on käyttänyt täsmäaseitaan käydyissä kriiseissä 2000-luvulla, Venäjä ei ole tiettävästi. Voidaan oikeastaan sanoa, että ohjustyyppinen asejärjestelmä on se yksittäinen asejärjestelmätyyppi, joka on eniten kehitystyön alla. Haastajaksi on nousemassa muita asejärjestelmätyyppejä, mutta yhteistä on näillä hakuominaisuuden kehittyminen yksittäisenä komponenttina sekä ohjus-, raketti- että ammustyyppisissä ratkaisuissa.

Omanlaisensa tutkimusasetelma olisi pohtia, onko Venäjällä täsmäaseissa olemassa muuta kuin propagandistinen pelotevaikutus? Osoitusta näiden täsmäaseiden käytöstä on vähän.

5 ILMASTA-MAAHAN KYVYN TULEVAISUUS TARKASTELUN LÄHTÖKOHTANA

Luvun 2 oli tarkoitus valaista ilmasta-maahan asekehityksen linjoja lännessä, erityisesti Yhdysvalloissa, ja luvun 3 Venäjällä. Näiden lukujen tarkoituksena oli katsoa, mitä ilmasta-maahan aseistukselle on tapahtunut pitkän aikavälin tarkasteluna. Luvun 4 tarkoitus oli kartoittaa olemassaolevaa kehitystä nykyaikana ja lähitulevaisuudessa. Tämän luvun tarkoitus on katsoa pitkällä tähtäimellä, hieman jopa spekuloiden, kehittämistyötä Venäjällä. Vuosilukutarkasteluun ei mennä kovinkaan tarkasti, mutta tiettyjen kriteerien perusteella voidaan arvioida mahdollisuuksia.

Tarkastelukulmina ovat kehitys lännessä, seuraako Venäjä lännen trendilinjaa vai omaako Venäjä omalaatuisen linjan kehityskaarensa? Onko havaittavissa jotain poikkeavuuksia? Miten kehitys seuraa ajallisesti? Lisäksi kannattaa muistaa, että uuden kehittäminen on kallista ja kansan- sekä maailmantalouden seuraaminen on avain, jolla mahdollistetaan kehitystoiminta (R&D, Research and development).

5.1 Tulevaisuus yleisesti

Trendi maailmalla vaikuttaa olevan:

- kaukovaikutteisuus ensi-isku aseistuksessa
- täsmäteho taistelukärjessä
- monipuolisuus hakupäissä
- rautapommien kehittyminen hakeutuviksi täsmäaseiksi
- monipuolisuus lavetissa (monitoimikoneet).

Kuten aikaisemminkin on todettu (luku 2), on Yhdysvallat edelläkävijä aseteknologian suunnittelussa ja siihen liittyvässä kehitysprosessissa. Neuvostoliitto vaikuttaa seuranneen kylmän sodan aikana hyvinkin lähellä Yhdysvaltain asetekniikan kehitystä. Useissa lähteissä on viitattu siihen, että jokin neuvostoliittolainen pommi tai ohjus muistuttaa jotakin aikaisempaa kehitysversiona Yhdysvalloissa - lienee siis oikeutettua sanoa, että Neuvostoliitto on kehittänyt omaa asetekniikkaansa tehokkaasti teollisuusvakoilulla.

Neuvostoliitto, sittemmin Venäjä, ei ole asetekniikan kehittäjänä huono, mutta monet tekijät eivät ole edesauttaneet teknologian itsenäistä kehittämistä. Taloudelliset resurssit eivät ole suunnattuina kehitykseen ja kylmän sodan aikana resursseja suunnattiin merkittäviä määriä vakoiluun [1]. Koska tavat muuttuvat hitaasti, voidaan olettaa, että vakoilua on edelleen olemassa. Missä määrin, on toinen kysymys. Ainakaan resurssit eivät ole samaa luokkaa kuin kylmän sodan aikana. Tietoyhteiskuntaan siirryttäessä on Venäjän johto joutunut suuntaamaan resursseja todennäköisesti hieman toisella tavalla. Oletettavaa on, että venäläinen aseteknologia merkittävässä määrin ja ainakin tärkeimmissä asioissa seuraa länsimaista kehityskaarta, ainakin sovellettuna.

Historiallisesti (lähihistoriassa) tarkasteltuna vaikuttaa kuitenkin siltä, että Venäjä on seurannut ja seuraa pääpiirteittäin länsimaista kehitystä, vaikkakin ajallisesti myöhemmin.

Satelliittinavigointiin on Venäjällä oma GLONASS-järjestelmänsä, jonka ylläpito on ollut 1990-luvulla ja 2000-luvun alkupuolella vaikeuksissa. Vaikeuksiin olivat syynä taloudelliset resurssit, jotka estivät sekä olemassaolevien satelliittien laukaisun että uusien paranneltujen versioiden kehittämisen ja rakentamisen. Markkinoilla on siviileillekin tarkoitettuja kaksitoimisia navigointilaitteita (GPS ja GLONASS). Todennäköisesti näille löytyy myös sotilassovelluksensa. Tulevaisuudessa ESA (European Space Agency) on kehittämässä omaa Galileo²⁹-järjestelmää. Tästä on luonnollinen kehitysmahdollisuus kaksitoimiseen (GLONASS ja Galileo) tai jopa kolmitoimiseen navigointisovellukseen.

Lukijan on myös syytä muistaa, että aseviejämäana on Yhdysvallat selvästi suurin ja Venäjä hyvä kakkonen. [20] Asevientä on merkittävä tulonlähde näille vientimaiden kärjille. Venäjän päävientikohteet löytyvät Kauko- ja Lähi-idästä sekä Afrikasta [29]. Asekaupasta tulevat resurssit ovat osaltaan ohjaamassa kehitystä, markkinalait pätevät tälläkin teollisuuden saralla.

Vanhimpien ratkaisujen poistuminen käytöstä ja jatkokehittelystä, tekniikan kehittymisen kannalta tarkasteltuna, on vain ajan kysymys. Esimerkkinä hyvästä, mutta vanhentuneesta teknologiasta otetaan esille TV-ohjaus radiolinkillä. TV-ohjaus perustuu pelkästään näkyvän aallonpituuden hyväksikäyttöön. Tämä on häiritävissä monin keinoin ja siksi sillä on heikko suoritusvarmuus ja rajoittunut käytettävyys. Radiolinkki on häiritävissä ja havaittavissa, tämä heikentää suoritusvarmuutta edelleen. Toiseksi, linkin ulottuvuus on rajallinen. Pitkällä tähtäimellä, kaukovaikutteisuuden ollessa suoritusvaatimuksena, ei tällaisella järjestelmällä ole enää käyttöä eikä tulevaisuutta.

²⁹ *Nimetty eurooppalaisen Galileo Galilein mukaan*

5.2 Tulevaisuus, näkökulmana asejärjestelmä

Lentolavettien nopeus ei ole juuri kasvanut viime vuosikymmeninä hieman alle 2 Mach:sta, joten asejärjestelmiin ei tule tässä mielessä kohdistumaan poikkeavia rasituksia. Miehitettyjen alusten G-voimia rajoittaa miehistön sietokyky, joten tässä mielessä asejärjestelmiin ei tule kohdistumaan mitään uutta ja poikkeavaa. Miehitämättömät lentolaitteet eivät ole tässä mielessä rajoittuneita, joten voi olla, että sekä nopeutta että kaartokykyä voidaan kasvattaa sellaisiksi, että asejärjestelmien suunnittelussa tulee huomioida kasvavat G-voiman rasitukset. Eri-tyisesti elektroniikka tulee olemaan suurimman rasituksen alla, ollen myös järjestelmän heikoin kohta.

Modulaarisuus [35] on yksi tämän päivän trendeistä. Modulaarisuudella tarkoitetaan tässä sitä, että useista erilaisista toisiinsa sopivista komponenteista voidaan rakentaa tarkoitukseen soveltuvin väline. Asiaa voidaan kuvata lego-palikoiden valikoimalla, joista kuhunkin tilanteeseen (kohteeseen) soveltuvin pommi voidaan rakentaa vain liittämällä osia toisiinsa ”plug-and-play” -periaatteella. Sinänsä tähän ei ole mitään mekaanista estettä, ettei jo tänä päivänä voitaisi näin menetellä. Ohjelmallisia esteitä saattaa vielä olla ratkaisematta: riittääkö keinoälyn kapasiteetin määrä käsittelemään lähes rajaton määrä erilaisia kombinaatioita (hakupää, taistelukärki, ohjausyksikkö, moottoriyksikkö, muut)? Variaatioiden määrä tuo haasteita ”älyn” ohjelmoinnille, itse tietokoneelle, sen muistikapasiteetille, prosessointikyvyille, koolle ja niin edelleen. Voi olla, että variaatioita on lopulta niin määrätön määrä, ettei ainakaan vielä osata kehittää sellaista keinoälyä, joka voisi omana moduulinaan vastata kaikkiin haasteisiin. Rajoitettu määrä erilaisia komponentteja ratkaisisi asian. Tällöin tulee vaatimukseksi tehdä kompromisseja modulaarisen ilmasta-maahan asejärjestelmän taktisen käytön, halutun vaikutuksen ja halutun ulottuvuuden suhteen.

Kuviteltavissa olevia rajoitteita modulaariselle pommille voivat olla:

- taistelukärki vaikutuksen ja kohteen mukaan:
 - o jokainen kohde on erilainen, joten pommin räjäyttämiseen on useita erilaisia mahdollisuuksia ja tapoja
 - o pommin koko tai taistelukärjen vaikutustapa on vaihteleva
- kohteelle saattamisjärjestelmä:

lentomatka koneesta kohteeseen voi olla mitä tahansa, joten valittavana on useita vaihtoehtoja: vapaasti putoava, vapaasti pudotettava mutta ohjautuva, liitävä, moottorilla varustettu (suihkuturbiini, raketti)
- lentolavetti:
 - o itse pommi koko, muoto, ripustustapa tai -mekanismi
 - o hävittäjä, pommittaja
 - o monitoimikone.

Hakupäiden kehitys lienee kaikkein merkittävin kehityskohde. Hakupäissä on havaittavissa lisääntyvä keinoälyn määrä, monipuolistuminen, useiden hakutoimintojen yhdistäminen kokonaisuuteen, tarkkuuden lisääntyminen ja pyrkiminen passiivisiin hakutoimintoihin. Loppuhakeutuminen voi olla aktiivinen, mutta vaikuttaa siltä, että aktiivisuudesta luovutaan lähes kokonaan kiinteisiin kohteisiin tarkoitetuissa kaukovaikutteisissa asejärjestelmissä. Liikkuviin kohteisiin käytettäneen edelleen loppulähestymisessä puoliaktiivisia tai aktiivisia hakupäitä. Venäjä on selvästi Yhdysvaltoja jäljessä hakupäiden teknisessä laadussa ja suorituskyvyssä. Moniaaltokykyinen hakupää tulee jossain vaiheessa kehitykseen. Moniaaltohakupään etuina ovat yksinkertaisempi toteutustapa ja todennäköisesti parempi maalerottelukyky taustasta useiden häiriötekijöiden vaikutuksen allakin. Todennäköistä on, että tällainen ratkaisu tullaan kehittämään.

Ainakin ohjukset (risteilyohjustyyppiset) ja osa täsmäpommeista tarvitsevat tarkkuuden parantamiseksi satelliittipaikannusta. GLONASS-järjestelmä on tähän ratkaisu venäläisittäin. Navigointisatelliittijärjestelmän kehitys lähes seisahtui sitten Neuvostoliiton romahtamisen ja vielä 2000-luvun taitteessa ei järjestelmä kehittynyt suunnitellulla tavalla talousresurssien ollessa heikot. Viimeisen taloudellisen nousukauden aikana päästiin parempaan tilaan. Vuonna 2010 järjestelmä on sellaisessa tilassa, että järjestelmän tarvitsemista 24 satelliitista on radalla 23 ja 15.3.2010 tilanteessa näistä 22 on toiminnassa. [36] Tällä rataryhmyksellä järjestelmä kattaa arviolta noin 95 % maailman pinta-alasta kaikkina hetkinä. GLONASS mahdollistaa risteilyohjusten ja vastaavien satelliittinavigointiin perustuvien hakupäiden toiminnan riittävällä tarkkuudella, joka lienee noin 5 - 10 m nykytekniikalla.

Toinen selkeä trendi on täsmävaikutteinen ase tai tapa hoitaa operaatio. Tällä tarkoitetaan mahdollisimman vähillä voimaresursseilla ja mahdollisimman pienellä tuhovaikutuksella toimimista kohdetta vastaan. Pommit tai ohjukset ovat älykkäitä, pieniä, vaikeasti havaittavia, useilla hakuominaisuuksilla kohteensa löytäviä ja tunkeutumiskykyisiä sekä puolustusjärjestelmän että rakenteiden kannalta. Yksi asejärjestelmä ei yksistään kata toistaiseksi kaikkia noita edellämainittuja kombinaatioita.

Lyhyen kantaman pommeille ja ohjuksille tullaan kehittämään maalinosoituskykyä sellaiseksi, että osoitus voidaan tehdä eri lavetilta tai maasta nykyistä tehokkaammin ja paremmin salassa osoituksesta varoittavilta sensoreilta.

Toistaiseksi vaikuttaa siltä, että ohjus-tyyppinen asejärjestelmä tulee säilymään pitkälle tulevaisuuteen kehityksen kärjessä.

Yleispommit säilyttänevät asemansa halpoina ja yleishyödyllisinä, mutta näihin pommeihin tullaan enenevässä määrin kehittämään hakeutumiskykyä paremman osumatarkkuuden lisäämiseksi. Hakeutumiskykyä ei tulla enää kauempana tulevaisuudessa etsimään laser- tai infrapunaosoittimien (erikoisjoukot tai tulenjohtokone) avulla. Pommit hakeutuvat joko maaston, herätteen tai hahmon tunnistuksen avulla, paikannuksella tai passiivisella haulla kohteen säteilyyn tai muuhun ominaisuuteen. Liito-ominaisuudella tai mahdollisesti pienehköllä apumootorilla varustetut kaukovaikutteiset yleispommit tulevat kehittymään.

Elektroniset aseet tullevat kehitykseen (EMP-ase). Näiden aseiden kehitys tulee vaatimaan kehittymistä antenni- ja virtalähdetekniikan puolella nykyistä tilannetta merkittävämmiin. Tällä hetkellä ei energian riittävyys ja kohdentaminen kapealle, vaikuttavalle keilalle ole vielä riittävää kohteen tuhoamiseksi, vaikka teoriassa tehomäärä saattaisi riittää jo nykytekniikalla.

Valoon perustuvat aseet ovat jo tulleet prototyypeiksi lännessä. Tulevaisuudessa vaikuttaa siltä, että myös Venäjä kehittää laseriin perustuvaa asetta. Samoin kuin EMP-aseessa, ei tekniikka ja resurssit tällä hetkellä mahdollista toimivan järjestelmän kehittämistä Venäjällä.

Tykkiaseet ja ammustyyppiset vaikuttavat elementit vaikuttavat olevan kehityksensä päässä. Ainakin kehitys on hidasta. Kuten rakettiaseiden kehityksessä on tapahtunut, voitaisiinko samaan innovaatiota soveltaa tykkiaseisiin? Maali osoitetaan taistelukentällä jollakin tavalla, lentolavetti kantaa tykkiaseen, laukaisee sarjan ammuksia ilmaan, jotka sitten hakeutuvat kuten raketit tai ohjukset, osoitettuun maaliin. Keinoäly on pienentynyt koko ajan, joten lienee

vain ajan kysymys, kunnes älykkäästä ammuksista voidaan puhua ja sen käyttöönotto on konkreettista.

5.3 Merkittäviä seurantakohteita kehitykselle

Tulevaisuuden ennustaminen on vaikeaa. Tulevaisuutta voidaan arvioida trendien ja enteiden perusteella. Enteiden perusteella tulevaisuuden arviointi perustuu kuitenkin aina ennalta asetettujen syy-seuraus -suhteiden seuraamiseen. Tutkielman tässä alaluvussa kerätään joitakin sellaisia ennemerkkejä, joiden seuraaminen ja arvioiminen ovat järkeviä.

Satelliittipaikannus on merkittävä lisätoiminne kauko- ja täsmävaikuttamiselle, alkaen taktisista täsmäpommeista mannerten välisille ohjuksille. Satelliittipaikannuksen tilanteen muuttumiset, satelliittien tekniikan parantuminen ja rataryhmitysmuutokset ovat seurannalle mahdollisia arviointikohteita, mutta vain nyt käytössä olevan järjestelmän suorituskyvyn arviointiin.

Hakupäiden kehittyminen, monipuolistuminen ja keinoälyn lisääntyminen hakutoiminnoissa ovat selvästi seurattavia kohteita. Uusien tekniikoiden tuloa ei ole nähtävissä, mutta toiminnallinen ja laadullinen parantuminen, pelkästään prosessointitehon lisäyksen kautta, on merkitsevää aseiden tarkkuudelle.

Ohjusten ja raketien moottoreiden seuraaminen on aliarvostettua, toistaiseksi. Samoin on polttoaineen koostumuksen, sen tehon ja ominaisuuksien seuraaminen. Kehityslinjat kuuluvat heikkoihin signaaleihin, joiden seuraaminen auttaisi arvioimaan kokonaiskehityksen linjoja.

Moottoritekniikat ovat kehittyneet eritavalla kuin yleensä luullaan: ensin kehitettiin raketti (kiinalaisten ilotulitusraketit), sitten tuli polttomoottori ja viimeisimmäksi suihkumoottori. Nämä moottorityypit ovat tällä hetkellä vallitsevat. Tulevaisuutta silmällä pitäen ei kannata halventaa Sci-fi -kirjallisuudesta esiin kaivettuja ionisaatioon perustuvia ”suihkumoottoreita” tai magneettikenttää hyödyksi käyttävää SMG-moottoria (laite lentää maapallon magneettikentän tasoja hyväksikäyttäen). SMG-moottori oli prototyyppiasteella jo 1960-luvulla Yhdysvalloissa, mutta kehitetty laite ei kyennyt silloisella tekniikalla kantamaa itsenäistä virtalähdettä. Mikäli riittävän kevyt ja tehokas virtalähde kehitetään, on tällaisen uudentyyppisen moottorikonseptin kehittyminen käyttökelpoiseksi mahdollista. Tämän tyyppisen moottorin kehitystyö vaatii vuosikymmeniä.

Polttoaineissa on mahdollista uusien ja hieman tehokkaampien sekä erityisesti sotilaallisesti merkitsevämpien, paremmin säilyvien polttoaineyhdistelmien kehittäminen. Ydinteknologian kehitys mahdollistaneekin joskus tulevaisuudessa moottori-polttoaine yhdistelmän, joka on riittävä esimerkiksi ydinkärjellä varustetulle ohjukselle. Ydinpolttoainekehitys vie kerrallaan muutamista vuosista vuosikymmeneen.

Taistelukärjissä ei voida olettaa, että tapahtuu merkittäviä muutoksia. Merkittävää tosin voi olla, että maailman poliittisista syistä ydintaistelulatauksen vähenevät jopa poistuvat mikäli poliittinen tahto kansainvälisesti saavutetaan.

Miten määrä-laatu -suhde kehittyy jo lähitulevaisuudessa? Asejärjestelmien, samoin kuin ase-lavettien, hinnat ovat kasvaneet huomattavasti. Laatu korvaa määrän ainakin läntisessä maailmassa. Käykö näin myös Venäjällä? Todennäköisesti näin tulee tapahtumaan ja kiihtyvällä vauhdilla. Venäjän armeijassa on tapahtumassa supistuksia, jotka tulevat heijastumaan määrään jo lähivuosina. Samanaikaisesti, globaalisti tarkasteltuna, ovat yksittäisten komponenttien ja edelleen näistä koottujen järjestelmien hinnat kasvussa. Lavetti puolella vanhentuneet SU-24 ja -25-koneet tultaneen korvaamaan SU-35-koneilla ja SU-27 ja MiG³⁰-29-koneet korvattaneen PAK FA:lla parin kymmenen vuoden sisällä.

Voidaanko tulevaisuuden asejärjestelmien kehitystaso arvioida seuraavasta toteamuksesta: ”...taistelemme, kuten 20 vuotta sitten...” [37]? Ainakin on olemassa viitteitä siitä, että maailmalla kehitetään aikaisemmissa käydyissä kriiseissä sopiviksi koettuja asejärjestelmiä. Seuraamalla tekniikan kehitystä ja analysoimalla kehityksen sekä järjestelmien komponenttien soveltuvuutta että näiden summana mahdollisesti kehittyvää asejärjestelmää, voidaan tarkemmin arvioida kehityksen tilaa ja tulevaisuutta.

³⁰ Микоян и Гуревич

VIITTEET

- [1] Ilmari Susiluoto, Suuruuden laskuoppi, Venäläisen tietoyhteiskunnan synty ja kehitys, Werner Söderström Oy 2006
- [2] Professori Jorma Jormakka, tekniikan 2.tutkielmaseminaari, EUK62, 28.1.2010
- [3] Ilmatorjuntamiehen ilma-asekuvasto, Ilmatorjuntaupseeriyhdistys, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 1998
- [4] Encyclopedia Astronautix (<http://www.astronautix.com>)
- [5] Federation of American Scientists (<http://www.fas.org>)
- [6] Gunnar Rosén, Juhani Parkkari, Sodan lait käsikirja, Edita Prima Oy, Helsinki 2004
- [7] Nils Marius Rekkedal, Nykyaikainen Sotataito, Sotilaallinen voima muutoksessa, neljäs uusittu painos, Edita Prima Oy, Helsinki 2006
- [8] TV YleTeema: 15.3.2010 Historia: Sotakoneita (1/3 jakso, Risteilyohjus)
- [9] Military.Com (<http://tech.military.com>)
- [10] Global Security (<http://www.globalsecurity.org>)
- [11] BAE Systems (<http://www.baesystems.com>)
- [12] Wikipedia (kieliversiot: <http://fi.wikipedia.org>, <http://en.wikipedia.org>, <http://ru.wikipedia.org>)
- [13] The Boeing Company (<http://www.boeing.com>)
- [14] Airforce-Technology (<http://www.airforce-technology.com>)
- [15] Fighter Tactics Academy (www.sci.fi/~fta/index.htm)

- [16] Aerofiles, A Century of American Aviation (<http://www.aerofiles.com>)
- [17] Product, Design & Development (<http://www.pddnet.com>)
- [18] Moshe Lewin, Neuvostoliiton vuosisata, Otavan kirjapaino 2008, 2. painos
- [19] Seija Lainela, Simon-Erik Ollus, Heli Simola ja Pekka Sutela, BOFIT Online 2008 No. 2 Venäjä vuoteen 2010 – Katsaus Venäjän talouden lähivuosien haasteisiin
- [20] Helsingin Sanomat (<http://www.hs.fi>)
- [21] Tilastokeskus (<http://www.stat.fi>)
- [22] Боеприпасы и Средства Поражения, Энциклопедия XXI век, Оружие и Технологии России, Том XII Боеприпасы и Средства Поражения, Издательский дом Оружие и Технологии, Москва 2006
- [23] Everstiluutnantti Ilmo Sulkinoja, keskustelu 26.2.2010
- [24] VezetMne.ru (<http://www.sergib.agava.ru>)
- [25] ОАО Корпорация Тактическое Ракетное Вооружение (www.ktrv.ru)
- [26] Air Power Australia (<http://www.ausairpower.net>)
- [27] Рособоронэкспорт (<http://www.rusarm.ru>)
- [28] Информационный портал (<http://warfare.ru>)
- [29] Риа Новости (<http://www.rian.ru>)
- [30] CNN News (<http://www.cnn.com>)
- [31] БраМос Аероспейс (<http://www.brahmos.com/ru-home.php>)

- [32] Gunter's Space Page (<http://space.skyrocket.de>)
- [33] Sotatekninen arvio ja ennuste 2025, STAE 2025, osa 1, Teknologian kehitys, Puolustusvoimien Tekninen Tutkimuslaitos, Julkaisuja 14, Ylöjärvi 2008
- [34] JIM TV: Tulevaisuuden aseet -ohjelmasarja
- [35] Kadetti Antti Salo, Venäläisten ilmasta-ilmaan ohjusten rakenneratkaisut ja ominaisuudet verrattuna vastaaviin länsimaisiin, kadk84 helmikuu 2001
- [36] Russian Space Agency (RSA), Information - Analytical Centre IAC (<http://glonass-ianc.rsa.ru>)
- [37] Независимая Газета (<http://www.ng.ru>)

LYHENTEET

AG	Air to Ground
AGM	Air to Ground Missile
ALARM	Air Launched Anti-Radar Missile
ALCM	Air-Launch Continental Missile
ALTB	Airborne Laser TestBed
AO	Осколочная авиационная бомба
APKWS	Advanced Precision Kill Weapon System
ARM	Anti Radiation Missile
AS	Air to Surface
ASM	Air to Surface Missile
AUP	Advanced Unitary Penetrator
BetAB	Бетонобойная авиационная бомба
BGM	Ballistic Guided Missile
BLU	Bomb, Live Unit
CEM	Combined Effects Munition
CEP	Circular Error Probability
CBU	Cluster Bomb Unit
CEM	Combined Effects Munition
FAB	Фугасная авиационная бомба
EGBU	Enhanced Guided Bomb Unit
EMP	Electro Magnetic Pulse
ER	Extended Range
ESA	European Space Agency
FAB	Фугасная авиационная бомба
GBU	Guidance Bomb Unit
GLONASS	ГЛОНАСС; Глобальная Навигационная Спутниковая Система
GPS	Global Positioning System
HARM	High-speed Anti-Radar Missile
HE	High Explosive
HTSF	Hard-Target Smart Fuse
I MS	1. Maailmasota
II MS	2. Maailmansota
JDAM	Joint Direct Attack Munition
JSOW	Joint Stand-off Weapon

KAB	Корректируемая авиационная бомба
LGB	Laser Guided Bomb
LOBL	Lock-On Before Launch
LOS	Line-Of-Sight
MiG	Микоян и Гуревич
Mk	Mark (<i>suom. malli, versio</i>)
MSHTP	Multi-Segment Hard Target Penetrator
MW	Mine warfare
ODAB	Объемно-детонирующая авиационная бомба
OFAB	Оскольно-фугасная авиационная бомба
OFZAB	Оскольно-фугасная зажигательная авиационная бомба
PAK DA	Перспективный авиационный комплекс дальней авиации
PAK FA	Перспективный авиационный комплекс фронтовой авиации
PST	Panssarin torjunta
R&D	Research and development
SALT	Strategic Arms Limitation Talks
Sci-fi	Science Fiction, tieteiskirjallisuus
SMG	Sähkömagneettinen
SU	Сухой (<i>eng. Sukhoi</i>)
TERCON	Terrain Contour Matching
TNT	Trinitrotolueeni
TU	Туполев (<i>eng. Tupolev</i>)
TV	televisio - kamerahakuinen kauko-ohjaus
UAV	Unmanned Airborne/Aerial Vehicle
USD	United States Dollar
UV	Ultra Violetti
VSTOL	Very Short Take-Off and Landing
WMD	Weapons of Mass Destruction

LÄHDELUETTELO

JULKAISEMATTOMAT LÄHTEET

Opinnäytteet

Insinöörikapteeni Jaakko Jurvelin, Ilmasta-maahan suorituskyvyn kehittämisen erityispiirteitä suomalaisesta näkökulmasta, Esiupseerikurssi 58, Ilmasotalinja, Huhtikuu 2006

Kadettialikersantti Petteri Kuosmanen, Lentokoneiden ilmasta-maahan asejärjestelmien toiminta ja teho linnaketta vastaan, TLL IV, Kadettikurssi 78, Rannikkotykistölinja, Helmikuu 1995

Kadetti Mikko Kuusisto, Ilma-aseen toimintakyky pimeällä, Näkökulma: Ilmasta-maahan, Kadettikurssi 88, Ilmatorjuntalinja, Maaliskuu 2005

Kadettialikersantti Antti Lautala, Venäjän ilmasta-maahan ohjukset ja niiden käyttö, Kadettikurssi 84, Helmikuu 2001

Kadetti Antti Salo, Venäläisten ilmasta-ilmaan ohjusten rakenneratkaisut ja ominaisuudet verrattuna vastaaviin länsimaisiin, Kadettikurssi 84, Helmikuu 2001

Haastattelut

Everstiluutnantti Ilmo Sulkinoja, keskustelu 26.2.2010 Ilmavoimien esikunnassa

Muut julkaisemattomat lähteet

Katsaus Venäjän ilmavoimien kone- ja asehankkeisiin, Ilmavoimat, 28.12.2009, TLL IV

Venäjän ilmavoimien asejärjestelmistä ja konekaluston kehitysnäkymistä, Ilmavoimat, Luento, lokakuu 2009, päivitetty katsaus 10/2009, TLL IV

JULKAISTUT LÄHTEET

Kirjallisuus

Gunnar Rosén, Juhani Parkkari, Sodan lait käsikirja, Edita Prima Oy, Helsinki 2004

Ilmatorjuntamiehen ilma-asekuvasto, Ilmatorjuntaupseeriyhdistys, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 1998

Ilmari Susiluoto, Suuruuden laskuoppi, Venäläisen tietoyhteiskunnan synty ja kehitys, Werner Söderström Oy 2006

Moshe Lewin, Neuvostoliiton vuosisata, Otavan kirjapaino 2008, 2. painos

Nils Marius Rekkedal, Nykyaikainen Sotataito, Sotilaallinen voima muutoksessa, neljäs uusittu painos, Edita Prima Oy, Helsinki 2006

Sotatekninen arvio ja ennuste 2025, STAE 2025, osa 1, Teknologian kehitys, Puolustusvoimien Tekninen Tutkimuslaitos, Julkaisuja 14, Ylöjärvi 2008

Sotatekninen arvio ja ennuste 2025, STAE 2025, osa 2, Teknologian kehitys, Puolustusvoimien Tekninen Tutkimuslaitos, Julkaisuja 15, Ylöjärvi 2008

Lehdet ja aikakauskirjat

Авиационное Вооружение и Авионика, Энциклопедия XXI век, Оружие и Технологии России, Том X Боеприпасы и Средства Поражения, Издательский дом Оружие и Технологии, Москва 2005 (suom. Lentokoneaseet ja Avioniikka, 21-vuosisadan tietosanakirja, Venäjän aseet ja tekniikka, osa 10)

Боеприпасы и Средства Поражения, Энциклопедия XXI век, Оружие и Технологии России, Том XII Боеприпасы и Средства Поражения, Издательский дом Оружие и Технологии, Москва 2006 (suom. Ampumatarvikkeet ja Ammukset, 21-vuosisadan tietosanakirja, Venäjän aseet ja tekniikka, osa 12)

Muut julkaistut lähteet

Seija Lainela, Simon-Erik Ollus, Heli Simola ja Pekka Sutela, BOFIT Online 2008 No. 2 Venäjä vuoteen 2010 - Katsaus Venäjän talouden lähivuosien haasteisiin

FSUE SRPE BAZALT RUSSIAN TECHNOLOGIES STATE CORPORATION, Catalogue Russian Ammunition for Armed Forces and Law Enforcement Agencies

Internet

Absolute Astronomy (<http://absoluteastronomy.com>)

Aerofiles, A Century of American Aviation (<http://www.aerofiles.com>)

Airforce-Technology (<http://www.airforce-technology.com>)

Air Power Australia (<http://www.ausairpower.net>)

Astronautix (<http://astronautix.com>)

BAE Systems (<http://www.baesystems.com>)

Bharat Rakshak (<http://www.bharat-rakshak.com>)

БраМос Аероспейс (<http://www.brahmos.com/ru-home.php>)

Century of Flight (<http://www.century-of-flight.net>)

CNN News (<http://www.cnn.com>)

Directory of U.S Military Rockets and Missiles (<http://www.designation-systems.net>)

Encyclopedia Astronautix (<http://www.astronautix.com>)

Federation of American Scientists (<http://www.fas.org>)

Fighter Tactics Academy (www.sci.fi/~fta/index.htm)

Global Security (<http://www.globalsecurity.org>)

Gunter's Space page (<http://space.skyrocket.de>)

Helsingin Sanomat (<http://www.hs.fi>)

Iltasanomat (<http://www.iltasanomat.fi>)

Информационный портал (<http://www.warfare.ru>)

Jane's Information Group (<http://www.janes.com>)

Lenta (www.lenta.ru)

Military.Com (<http://tech.military.com>)

Military Visualization (<http://www.milviz.com>)

Независимая Газета (<http://www.ng.ru>)

ОАО Корпорация Тактическое Ракетное Вооружение (www.ktrv.ru)

Product, Design & Development (<http://www.pddnet.com>)

Правда (www.pravda.ru)

Рособоронэкспорт (<http://www.rusarm.ru>)

Риа Новости (www.rian.ru)

Russia Today (<http://rt.com>)

Russian Aviation Page (<http://aeroweb.lucia.it>)

Russia's Arms Catalog Precision Guided, Weapons and Ammunition
(<http://milparade.udm.ru/ra/content7.htm>)

Russian Space Agency (RSA), Information - Analytical Centre IAC (<http://glonass-ianc.rsa.ru>)

The Boeing Company (<http://www.boeing.com>)

The Free Dictionary (<http://acronyms.thefreedictionary.com>)

Tilastokeskus (<http://www.stat.fi>)

U.S. Air Force (<http://www.af.mil>)

VezetMne.ru (<http://www.sergib.agava.ru>)

Wikipedia (<http://fi.wikipedia.org>, <http://en.wikipedia.org>, <http://ru.wikipedia.org>)

You Tube (<http://www.youtube.com>)

Televisio-ohjelmat

TV YleTeema: 15.3.2010 Historia: Sotakoneita (1/3 jakso, Risteilyohjus)

JIM TV: Tulevaisuuden aseet -ohjelmasarja

Suomi TV: Tulevaisuuden teknologia -ohjelmasarja

LIITELUETTELO

LIITE 1 OTE Russian Ammunition -katalogista (1 sivu)

LIITE 2 OTE verkkojulkaisusta: Авиационное Вооружение и Авионика, Энциклопедия XXI век, Оружие и Технологии России, Том X Боеприпасы и Средства Поражения, Издательский дом Оружие и Технологии <http://www.orteh.com> (6 sivua)

LIITE 3 Perusteet Taulukko 10:n arvoihin (2 sivua)

OTE RUSSIAN AMMUNITION –KATALOGISTA

Erään katalogin mukaan kaupallisesti tarjolla olevia ilmasta-maahan aseita Venäjällä, englanniksi käännettynä

- **FAB-500 M62** HIGH-EXPLOSIVE AIR BOMB
- HIGH-EXPLOSIVE AIRCRAFT BOMB FITTED WITH GLIDING AND CORRECTION MODULE **FAB-500 M-62 with MPK**
- **OFAB-100-120** HIGH-EXPLOSIVE FRAGMENTATION AIR BOMB
- **OFAB-250-270** HIGH-EXPLOSIVE FRAGMENTATION AIR BOMB
- **ODAB-500PMV** 500 kg FUEL-AIR EXPLOSIVE BOMB
- **OFAB-500U** MULTI-PURPOSE HIGH-EXPLOSIVE/FRAGMENTATION AIRCRAFT BOMB
- **OFZAB-500** FRAGMENTATION/HIGH-EXPLOSIVE/INCENDIARY AIRCRAFT BOMB
- **RBK-100 PLAB-10K** CLUSTER BOMB LOADED WITH SMALL-CALIBER ANTI-SUBMARINE SUBMUNITIONS
- 500 kg CLUSTER BOMB **RBK-500 SPBE-D** LOADED WITH ANTITANK SENSOR-FUZED SUBMUNITIONS FITTED WITH DUAL-SPECTRUM INFRA-RED TARGET COODINATORS
- 500 kg UNIFIED CLUSTER BOMB **RBK-500U BETAB-M** LOADED WITH CONCRETE-PIERCING SUBMUNITIONS
- 500 kg UNIFIED CLUSTER BOMB **RBK-500U OAB-2.5RT** LOADED WITH 2.5 kg FRAGMENTATION BOMBLETS
- **RBK-500U OFAB-50UD** 500 kg UNIFIED CLUSTER BOMB
- **RBK-500U PTAB** 500 kg UNIFIED CLUSTER BOMB LOADED WITH HIGH - EXPLOSIVE ANTITANK SUBMUNITIONS
- **P-50T** PRACTICE AIR BOMB
- SMALL-SIZE TARGET **M6** (M6T)
- 500 kg UNIFIED CLUSTER BOMB **PBK-500U SPBE-K**

ОТЕ verkkojulkaisusta: Авиационное Вооружение и Авионика, Энциклопедия XXI век, Оружие и Технологии России, Том X Боеприпасы и Средства Поражения, Издательский дом Оружие и Технологии, Москва 2005 (<http://www.orteh.com>)

Otteessa on lueteltuna lähteessä olevat ilmasta-maahan aseet, englanniksi käännettynä.

GUIDED WEAPONS

Guided missiles

- Air-to-Surface Missiles
- X-55 cruise missile
- X-55SM cruise missile
- X-22 cruise missile (variants X-22N, X-22NA, X-22MP)
- X-15 aeroballistic missile
- X-66 short-range missile
- X-23 short-range missile
- X-25ML short-range modular missile
- Air-launched guided missiles S-25L and S-25LD
- S-25R air-launched guided missile with radar homing head
- Short-range missiles X-29T and X-29TD
- X-29L short-range missile
- X-59 cruise missile
- X-59ME cruise missile
- Ugroza (Threat) weapon system made on the basis of unguided rockets S-8, S-13 and S-24
- X-27 (X-27PS) anti-radar missile
- X-25MP anti-radar missile
- X-25MPU anti-radar missile
- X-31P high-velocity anti-radar missile
- X-58E anti-radar cruise missile
- X-58UShE anti-radar missile with wide-band PRHH
- X-15S anti-ship aeroballistic missile
- X-31A high-velocity medium-range anti-ship missile
- X-35E tactical anti-ship missile

- X-59MK increased-range cruise missile
- X-65SE anti-ship cruise missile
- 3M-80E anti-ship cruise missile
- Yakhont supersonic cruise missile
- APR-1 air-launched anti-submarine missile
- APR-2E air-carried anti-submarine missile
- APR-2ME upgraded air-launched anti-submarine missile
- APR-3E air-launched anti-submarine missile
- APR-3ME upgraded air-launched anti-submarine missile

Corrected air bombs

- KAB-500Kr corrected air bomb
- KAB-500-OD corrected air bomb
- KAB-500Kr-E corrected air bomb
- KAB-500L corrected air bomb
- KAB-500LG corrected air bomb
- KAB-500S-E corrected satellite-guided air bomb
- KAB-1500Kr, KAB-1500Kr-Pr, KAB-1500Kr-OD corrected air bomb
- KAB-1500L-F corrected air bomb
- KAB-1500L-Pr corrected air bomb
- KAB-1500LG-F-E corrected air bomb,
- KAB-1500LG-Pr-E, KAB-1500LG-OD-E with a laser gyro-stabilized homing head
- LGB-250 corrected air bomb
- KAB-250-100 Zagon-1 (S3V) ASW corrected air bomb
- KAB-500Kr-UPK and KAB-500Kr-UNU target detection equipment
- KAB-500Kr-U training corrected air bomb

UNGUIDED AIR BOMBS

General-Purpose Bombs

- FAB-9000 M-54 high-explosive bomb
- FAB-5000 M-54 high-explosive bomb
- FAB-3000 M-54 high-explosive bomb
- FAB-1500 M-54 high-explosive bomb
- FAB-1500 T high-explosive bomb
- FAB-1500-2500TS high-explosive bomb

- FAB-500 M-62 high-explosive bomb
- FAB-500 M-62 high-explosive bomb with gliding and corrective module (GCM)
- FAB-500 M-54 high-explosive bomb
- FAB-500T high-explosive bomb
- FAB-500ShN high-explosive bomb
- FAB-500ShL high-explosive bomb
- FAB-250 TS high-explosive bomb
- FAB-250 M-54 high-explosive bomb
- FAB-250 M-62 high-explosive bomb
- OFAB-500ShR high-explosive fragmentation bomb
- OFAB-500U universal high-explosive fragmentation bomb
- OFAB-250T high-explosive fragmentation bomb
- OFAB-250ShN high-explosive fragmentation bomb
- OFAB-250ShL high-explosive fragmentation bomb
- OFAB-250-270 high-explosive fragmentation bomb
- OFAB-100-120 high-explosive/fragmentation bomb
- OFAB-100-120M high-explosive/fragmentation bomb with ready submunitions (upgraded OFAB-100-120 bomb)
- ZB-500ShM incendiary container
- ZB-500GD incendiary container
- ZB-500RT incendiary container
- ZAB-250-200 incendiary bomb
- ZAB-100-105 incendiary bomb
- FZAB-500M universal high-explosive incendiary bomb
- OFZAB-500 high-explosive/incendiary/fragmentation bomb
- ODAB-500 PM air-fuel explosive bomb
- ODAB-500 PMV air-fuel explosive bomb
- BETAB-500 concrete-piercing bomb
- BETAB-500ShP concrete-piercing bomb
- PLAB-250-120 anti-submarine bomb Cluster Bombs

Cluster bomb loader

- RBK-500U 500-kg unified cluster bomb loaded with fragmentation, HE fragmentation, concrete-piercing and anti-tank submunitions
- RBK-500U OAB-2.5RT unified cluster bomb loaded with caliber 2.5 kg fragmentation submunitions

- RBK-500U BETAB-M unified cluster bomb loaded with concrete-piercing submunitions
- RBK-500U PTAB universal cluster bomb loaded with HEAT submunitions
- RBK-500U OFAB-50UD universal cluster bomb loaded with HE fragmentation submunitions
- RBK-500 SPBE-D 500-kg cluster bomb loaded with homing anti-tank submunitions provided with double spectrum IR coordinator
- RBK-500 SPBE-K 500-kg cluster bomb loaded with homing anti-tank submunitions
- RBK-500U SPBE-K 500 kg unified gliding cluster bomb loaded with homing submunitions
- RBK-500U PTAB-1M 500-kg cluster bomb loaded with HEAT submunitions
- RBK-500 AO-2,5RTM 500-kg cluster bomb loaded with fragmentation submunitions
- RBK-500 BETAB 500-kg cluster bomb loaded with concrete-piercing submunitions
- RBK-250 ZAB-2,5M 250-kg cluster bomb loaded with 2.5-kg incendiary submunitions
- RBK-500 ZAB-2,5SM 500-kg cluster bomb loaded with 2.5-kg incendiary submunitions
- RBK-100 PLAB-10K cluster bomb loaded with small-caliber anti-submarine submunitions

Bomb Load Units for Frontline Aircraft Dispensers

- KMGU-2 universal dispenser for small-size loads
- BKF ODS-35 expendable air-fuel explosive unit
- BKF- AO-2,5RT expendable unit loaded with 2.5-kg fragmentation bomblets
- BKF PTAB-1M expendable unit loaded with 1-kg HEAT bomblets
- BKF PTAB-2,5 expendable unit loaded with 2.5-kg HEAT fragmentation bomblets

Auxiliary-Purpose Bombs

- SAB-250-200 flare bomb
- SAB-250T heat-resistant flare bomb
- DOSAB-100T heat-resistant daytime marking bomb
- NOSAB-100TM heat-resistant night marking bomb
- OMAB-25-12D marine marking bomb
- OMAB-25-8N marine marking bomb

Special-Purpose Bombs

- DAB-500 smoke bomb
- FOTAB-100-80 photoflash bomb
- FOTAB-100-140 heat-resistant photoflash bomb
- P-50-75 practice bomb with day or night charge
- P-50Sh practice bomb
- P-50T practice bomb
- UPLAB-50 training anti-submarine bomb
- Small-caliber air-dropped depth charges MGAB-S3, MGAB-O3, MGAB-L3
- AGITAB-250-85 leaflet bomb
- M6 (M6T) small-size target
- ASK-500 rescue container
- ASP-500 airborne fire-fighting means
- TBG-29V round with thermobaric warhead

UNGUIDED AIR-LAUNCHED ROCKETS

Unguided Air-Launched Rockets

- Unguided air-launched rockets of S-8 UALRW system
- Unguided air-launched rockets of S-13 UALRW system
- S-24B unguided air-launched rocket
- S-25 unguided air-launched rockets

Cluster Units for Firing Unguided Airborne Rockets

- B13L cluster unit
- B13L1 cluster unit
- B8M-1 cluster unit
- B8V20-A cluster unit
- B8R cluster unit
- B8V7 cluster unit
- Cluster units UB-16-57, UB-16-57UM, UB-57KV, UB-32A, UB-32A-24
- O-25 launcher

AIRCRAFT GUN ARMAMENT

Aircraft Guns

- GSh-30 twin-barrel gun
- GSh-30K twin-barrel gun
- Sh-301 single-barrel gun
- GSh-6-30 six-barrel gun
- 2A42 single-barrel automatic gun
- NR-30 single-barrel gun
- GSh-23 (GSh-23L) twin-barrel gun
- GSh-6-23M six-barrel gun
- AM-23 single-barrel gun
- R-23 single-barrel gun
- YakB-12.7 and YaKBYu-12.7 four-barrel machine guns
- GShG-7.62 four-barrel machine gun
- PKT Kalashnikov machine gun
- AG-17A grenade launcher

Detachable Gun Pods

- UPK-23-250 detachable gun pod
- SPPU-22 detachable flexible gun pod
- SPPU-6 detachable movable gun pod

PERUSTEET TAULUKKO 10:N ARVOIHIN

	Hakupää	Taistelupanos	Ohjausyksikkö	Ohjaussivut	Polttoaine	Suihkumoottori	Rakettimoottori	Painotettu KA	SUM	KA	
Yhdysvallat	1	2	0	1	0	1	1	1	7	0,88	0,90
Venäjä	2	1	0	1	0	1	2	1	8	1,00	1,40
Painokerroin	50 %	5 %	10 %	15 %	5 %	5 %	5 %	5 %			

Taulukko 10 (luku 4.2.3.5)

Kriteerien valinnasta

Taulukossa 10 on annettu ensin riveille ”Yhdysvallat” ja ”Venäjä” ohjuksen ominaisuuksiin yksinkertaiset arvot 0, 1 tai 2 seuraavilla kriteereillä:

- 0 → kehitystä ei näytä tapahtuvan julkisten lähteiden perusteella
- 1 → kehitystä on, mutta se ei ole juuri tällä hetkellä julkisissa lähteissä merkityksellistä
- 2 → kehitystä on ja se näkyy julkisissa lähteissä

Arvot saavat siis enemmän tai vähemmän ”mediapisteitä” edellämainituin kriteerein.

SUM sarakkeeseen on laskettu yksinkertainen summafunktio;

$$\sum_{n=1}^8 n, \text{ missä } n \text{ on soluarvo laskettavista soluarvoista.}$$

Summasarakkeen tarkoitus ei ole tehdä eroa tai havainnollistaa/tuoda esille jotain erityistä piirrettä. Kuitenkin summa näyttää sen, että panostuksen määrä on Venäjällä hieman suurempi. Tilastollisessa mielessä ei voida sanoa, että ero olisi merkitsevä.

KA sarakkeeseen on laskettu keskiarvo vastaavalla tavalla kuin edellä;

$$\sum_{n=1}^8 (n/8).$$

Keskiarvon on tarkoitus esittää erot, miten teknologian painotus julkisissa lähteissä on. Korrelaatio on melko selvä sen tuntuman kanssa, mitä tutkimusta tehdessä on saatu julkisista lähteistä. Keskiarvo esittää karkeaa kehityksen kulmakerrointa.

Painotettu keskiarvo on keskiarvo lasku, jonka jokaiselle summamuuttujalle annetaan erikseen suhteellinen painoarvo. Painoarvot on annettu seuraavilla perusteilla:

- hakupää on tärkein yksittäinen osa tällä hetkellä: ohjuksen osuma saattaa olla ratkaiseva jo 1 vs. 1 tilanteessa. Muilla ominaisuuksilla ei ole yhtä tärkeää osaa asetehon viemiseksi kohteeseen, annetaan painokertoimeksi 50 %
- tst-panos: kuten edellä sytytin, mutta tehon kannalta kohteessa merkitsevä osa. Priorisoidaan osat keskenään ja todetaan, että osa on kolmanneksi tärkein, annetaan painokertoimeksi 10 %
- ohjausyksikkö: saa hakupäältä suuntamuuttujat. Osa on merkitsevä, arvioidaan se toiseksi tärkeimmäksi. Vaatii jo merkittävästi tekniikkaa, annetaan painokertoimeksi 15 %
- sytytin, ohjaussiivet, polttoaine, suihkumoottori ja rakettimoottori: osat ovat perusteknisiä, merkityksellisiä, mutta eivät niin tärkeitä teknisesti tarkasteltuna. Jäljellä on pisteitä niin, että kaikki saavat arvoksi 5 %.

Painotetuksi keskiarvoksi saadaan siis

$$\sum_{k=1}^n ((n/8) * (P_k)), \text{ missä } P_k = \text{painokerroin } n:n \text{ arvolla } n:ssä \text{ solussa.}$$

Näin saadaan lopputulokseksi kolme erilaista tulosta (SUM, KA ja Painotettu KA), joiden kaikkien tulokset ovat annetuilla arvoilla venäläisen kehityksen puolella. Tämä on kuitenkin vain kehityksen kulmakerroin, joka ei kerro teknistä lähtökohtatasoa tai tämänhetkistä lopputasoa. Se antaa kuitenkin selvän eron annettujen kriteerien valossa siitä, mikä on tämän hetken kehitystilaa ero tarkasteltaessa kehityskaarien tilaa.